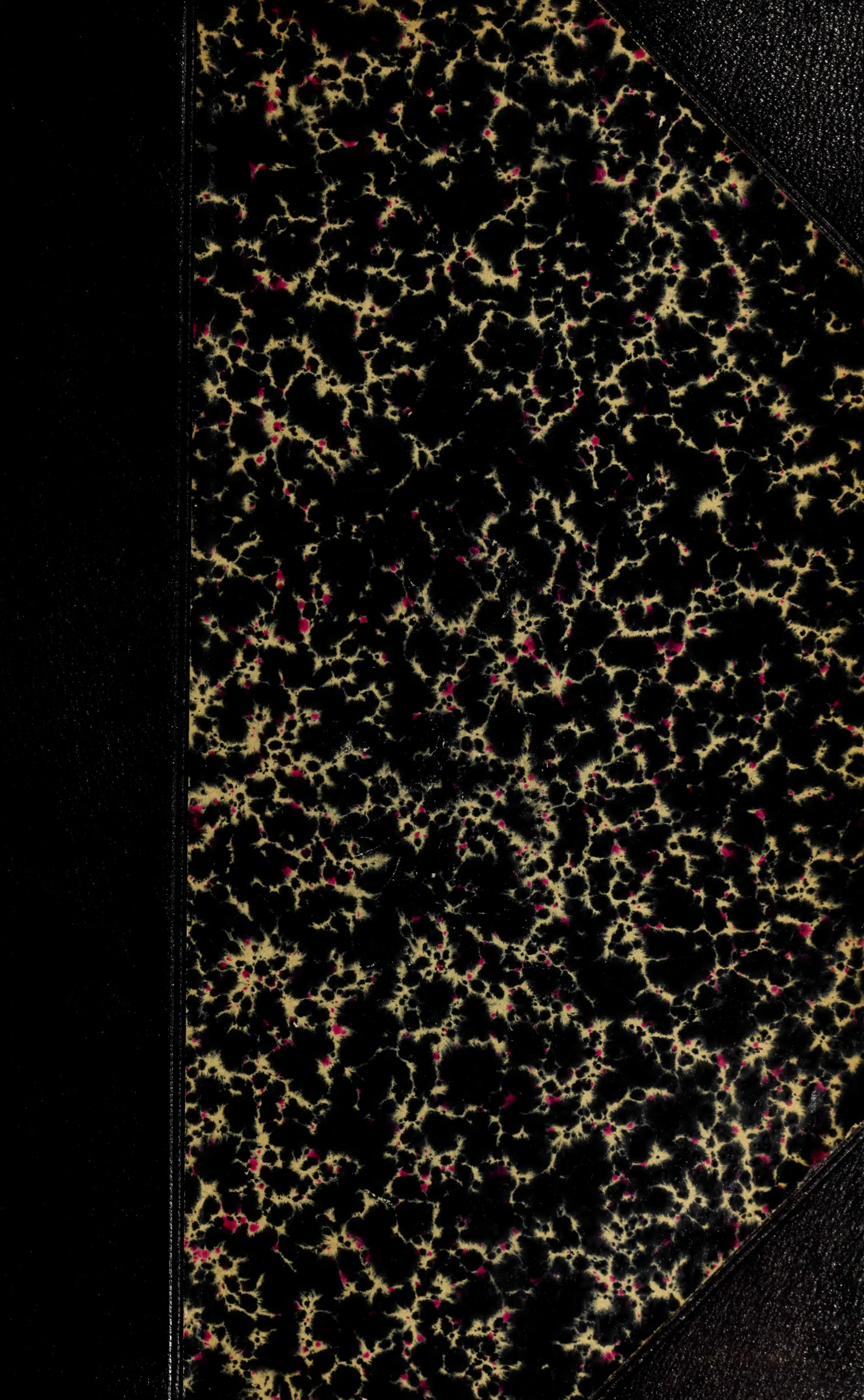


HARVARD UNIVERSITY.



LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.

7514

Bought.

March 28 — December 12, 1902.

MCNA Bin-

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

(Année 1902)

COULOMMIERS

Imprimerie Paul Brodard

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

Fondé par CHARLES ROBIN (1864-1885)

Continué par GEORGES POUCHET (1885-1894)

PUBLIÉ PAR MATHIAS DUVAL

Membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine

AVEC LE CONCOURS DE

MM. les Drs RETTERER et TOURNEUX

TRENTE-HUITIÈME ANNÉE

1902

Avec 17 planches hors texte et 123 figures dans le texte.

PARIS

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

—

1902

MAR 26 1902

7514

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

Fondé par CHARLES ROBIN (1864-1885)
Continué par GEORGES POUCHET (1885-1894)

PUBLIÉ PAR MATHIAS DUVAL
Membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine

AVEC LE CONCOURS DE MM.

RETTERER
Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

TOURNEUX
Professeur à la Faculté de médecine de Toulouse.

XXXVIIIe ANNÉE, 1902. — N° 1. — JANVIER-FÉVRIER

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR
ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108
PARIS, 6^e

1902

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

Revue de Médecine et Revue de Chirurgie

La *Revue de médecine* et la *Revue de chirurgie*, qui constituent la 2e série de la *Revue mensuelle de médecine et de chirurgie*, paraissent tous les mois; chaque livraison de la *Revue de médecine* contient de 5 à 6 feuilles grand in-8; chaque livraison de la *Revue de chirurgie* contient de 8 à 9 feuilles grand in-8.

S'ADRESSER POUR LA RÉDACTION :

Revue de médecine : à M. le Dr **Landouzy**, 4, rue Chauveau-Lagarde, à Paris (8e), ou à M. le Dr **Lépine**, 30, place Bellecour, à Lyon.

Revue de chirurgie : à M. le Dr **F. Terrier**, 11, rue de Solférino, Paris (7e).

POUR L'ADMINISTRATION :

A M. **Félix Alcan**, libraire-éditeur, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6e).

PRIX D'ABONNEMENT :

Pour la Revue de Médecine		Pour la Revue de Chirurgie	
Un an, Paris	**20** fr.	Un an, Paris	**30** fr.
— Départements et étranger.	**23** fr.	— Départements et étranger.	**33** fr.
La livraison, **2** fr.		La livraison, **3** fr.	

Les *deux Revues* réunies, un an, Paris, **45** fr.; départements et étranger, **50** fr.

Les quatre années de la *Revue mensuelle de médecine et de chirurgie* (1877, 1878, 1879 et 1880) se vendent chacune séparément 20 fr.; la livraison, 2 fr.

Les vingt premières années (1881 à 1900) de la *Revue de médecine* se vendent le même prix. Les dix-huit premières années de la *Revue de chirurgie*, 20 fr. Les autres années, 30 fr.

Annales d'électrobiologie
d'électrothérapie et d'électrodiagnostic

Publiées sous la direction de M. le Dr E. DOUMER,
professeur à la Faculté de médecine de Lille, docteur ès sciences.

D'ARSONVAL (A.), membre de l'Institut, professeur au Collège de France; BENEDIKT (M.), professeur d'électrothérapie à l'Université de Vienne; CHATZKI (S.), professeur agrégé à l'Université de Moscou; CHAUVEAU, membre de l'Institut, professeur au Muséum; DUBOIS (P.), privat-docent d'électrothérapie à Berne; ERB (W.), professeur de clinique médicale à l'Université de Heidelberg; GRUNMACH (H.), professeur de radiologie à l'Université de Berlin; HEGER (P.), directeur de l'Institut physiologique Solvay, Bruxelles; HERMANN (L.), professeur de physiologie à l'Université de Kœnigsberg; KRONECKER (H.), professeur de physiologie à l'Université de Berne; LA TORRE (F.), professeur agrégé à l'Université de Rome; LEDUC (S.), professeur de physique médicale à l'Ecole de médecine de Nantes; LEMOINE (G.), professeur de clinique médicale à l'Université de Lille; OUDIN (P.), ancien interne des hôpitaux; PRÉVOST (J.-L.), professeur de physiologie à l'Université de Genève; DE RENZI, professeur à l'Université de Naples; SCHIFF (E.), professeur agrégé à l'Université de Vienne; TIGERSTEDT (R.), professeur de physiologie à l'Université de Helsingfors (Finlande); TRIPIER (A.), de Paris; WALLER (A.), professeur de physiologie à St-Mary's Hospital Medical School, Londres; WEISS (G.), professeur agrégé à l'Ecole de médecine, Paris; WERTHEIMER (E.), professeur de physiologie à l'Université de Lille; WERTHEIM-SALOMONSON (J.-K.-A.), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Un an : Paris, **26** fr.; départements et étranger, **28** fr. — La livraison, **5** fr.

Journal de l'Anatomie
et de la Physiologie normales et pathologiques

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

Fondé par Ch. ROBIN, continué par Georges POUCHET.

Directeur : MATHIAS DUVAL, de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine. Avec le concours de MM. les professeurs RETTERER et TOURNEUX

38e année, 1902. (*Paraît tous les deux mois.*)

Un an : Paris, **30** fr.; départements et étranger, **33** fr. — La livraison, **6** fr.

Revue de l'École d'Anthropologie de Paris

RECUEIL MENSUEL (**11e année, 1901**)

PUBLIÉ PAR LES PROFESSEURS.

Abonnement : France et étranger, 10 fr. — Le numéro, **1** fr.

Revue de Thérapeutique Médico-Chirurgicale

Rédacteur en chef : Dr RAOUL BLONDEL.

Un an : France **12** fr.; étranger, **13** fr.

MAR 28 1902

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

LES ADDUCTEURS DE LA CUISSE

CHEZ LES RONGEURS

Par le Dr ALEZAIS

Quand on compare entre eux les adducteurs d'un certain nombre de Rongeurs, tels que ceux qui font l'objet de cette étude, le Cobaye, le Rat, l'Écureuil, la Gerboise, le Lapin, le Lièvre et la Marmotte, en regardant, par exemple, les figures sans tenir compte des légendes, on éprouve un certain embarras à homologuer des muscles qui se multiplient ou se condensent d'une façon très variée[1]. Quoique chez les Hystricomorphes leur complexité soit généralement moindre que chez les Sciuromorphes et certains Myomorphes, Parsons regarde également comme difficile à établir l'homologie de ces muscles avec ceux de l'homme.

On peut cependant, à mon sens, trouver des points de repère suffisamment précis pour guider dans cette recherche anatomique

1. Cette étude est détachée d'un travail plus étendu sur la *Myologie des Rongeurs* qui a été présenté comme thèse pour le Doctorat ès sciences naturelles devant la Sorbonne, le 22 novembre 1900. Dans ce travail, l'appareil locomoteur, os et muscles, était surtout décrit au point de vue de ses adaptations fonctionnelles; je n'envisage ici la myologie qu'au point de vue de l'anatomie comparée.

et je crois pouvoir établir, du moins pour les types que j'ai examinés, que les variations les plus nombreuses des adducteurs proviennent soit des rapports variables de l'ischio-condylien avec le grand adducteur et le demi-membraneux, soit des subdivisions du grand adducteur.

Le premier point de repère est la constance et l'uniformité du pectiné et du moyen adducteur. Le pectiné compte rationnellement parmi les adducteurs. C'est le premier adducteur superficiel de Cruveilhier. Tout en le décrivant avec ces muscles, je conserverai la terminologie adoptée aujourd'hui par les classiques en anatomie humaine [1]. Chez les Rongeurs, le plan superficiel, qui comprend le pectiné et le moyen ou premier adducteur, est remarquable par sa constance. Les seules modifications de ces muscles d'après Parsons, qui a étudié un bien plus grand nombre de types que je n'ai pu le faire, se réduisent à des variations de volume. Tandis que chez Cavia cobaya, le pectiné s'arrête au tiers supérieur du fémur, chez Arctomys Marmotta, il descend presque jusqu'au milieu et chez Castor il s'étend à toute la longueur de l'os. Mais il reste toujours indivis et facile à séparer des muscles voisins. Le moyen adducteur, qui est placé en dedans du pectiné, est également bien isolé, indivis et de plus se termine souvent sur un petit tendon plat qui se fixe vers le milieu du fémur. On trouvera donc toujours assez facilement les deux premiers segments de la masse des adducteurs.

Le second point de repère est l'innervation, qui joue dans cette question comme dans bien d'autres problèmes de myologie comparée, un rôle capital.

S'il en était besoin, malgré les observations précédentes, elle permettrait de trouver sans hésitation le pectiné, puisque seul parmi les adducteurs ce muscle reçoit ses filets nerveux du crural. Mais c'est surtout pour la recherche de l'ischio-condylien que l'innervation est importante à établir. L'ischio-condylien, *présemimembraneux* des Allemands, est un faisceau charnu mal fixé, mobile dans ses connexions. Leche [2], par l'étude de plusieurs types d'Insectivores, a établi sa parenté avec le demi-membraneux. Il se détache graduellement de ce muscle, et tantôt reste indépendant, tantôt se fusionne avec le grand adducteur. Mais il peut présenter d'autres modalités. Son origine sur l'ischion peut être soudée au demi-ten-

1. Pectiné, moyen adducteur, petit adducteur, grand adducteur.
2. *Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs*, Leipzig, Lief. 42-43-44, p. 874.

dineux (Bathyergus), au biceps et au demi-tendineux, comme je l'ai constaté chez Cavia. Elle peut siéger sur les vertèbres caudales en même temps que sur l'ischion (Cricetus), ou se concentrer sur les vertèbres caudales (Aulacodus, Eretizon, Mus decumanus). Quelle que soit son origine ou sa situation, indépendante ou fusionnée avec les adducteurs, le présemimembraneux, grâce aux filets du sciatique qui le pénètrent, sera toujours facile à déceler au milieu des autres faisceaux tous tributaires de l'obturateur. De plus la constance de son innervation explique la dualité nerveuse bien connue que présente le grand adducteur dans les espèces où ses deux portions, fémorale et condylienne, sont confondues comme chez l'homme[1].

C'est pour avoir négligé la recherche de l'innervation que les auteurs ont proposé des homologies erronées. Ainsi Cuvier[2] avait décrit chez *Nasua socialis*, sous le nom de long adducteur, un muscle qui est innervé par le même filet du sciatique que le demi-membraneux, et Krause[3] donne le grand adducteur du lapin comme innervé par le sciatique. Il n'est pas téméraire d'estimer que ces auteurs ont eu en vue l'ischio-condylien ou présemimembraneux des Allemands.

Le petit adducteur est assez variable. Isolé chez le Cobaye, l'Écureuil, le Lapin, la Marmotte, il est moins distinct chez le Rat et disparaît chez la Gerboise et le Lièvre. On peut se baser, pour le retrouver, sur sa situation profonde et sur ses insertions à la partie supérieure de la diaphyse fémorale d'une part, à la branche horizontale du pubis de l'autre.

Lorsqu'on est arrivé à établir ainsi la topographie du pectiné et du moyen adducteur d'une part, de l'ischio-condylien et du petit adducteur de l'autre, la masse plus ou moins complexe qui reste forme nécessairement le grand adducteur, quelque divisé qu'il soit. Du reste, à la faveur des types intermédiaires, les différences qui séparent les types extrêmes semblent moins profondes et on arrive peu à peu à relier entre elles des formations de prime abord dissemblables.

1° *Cavia cobaya.* — Le *pectiné* se fixe par un tendon étroit à l'éminence ilio-pectinée et par de courtes fibres aponévrotiques au

1. Alezais, *L'innervation du grand adducteur*, C. R. Soc. Biol., 1899, p. 563.
2. Cuvier et Laurillard, *Anatomie comparée*, 1849.
3. Krause, *Anatomie des Kaninchens*, 1884.

bord interne du fémur depuis le petit trochanter jusqu'au milieu de la diaphyse (fig. I, 2,2).

Le *moyen adducteur*, plus large que le pectiné derrière lequel il est placé, s'implante sur la crête pectinéale, au-dessous du droit interne antérieur.

Au lieu de se concentrer, comme dans les autres espèces, sur un petit tendon plat, le corps charnu s'étale comme le pectiné et se fixe aux deux quarts moyens du fémur, devant le grand adducteur (fig. I, 3,3).

Les deux portions *fémorale* et *condylienne* du *grand adducteur*

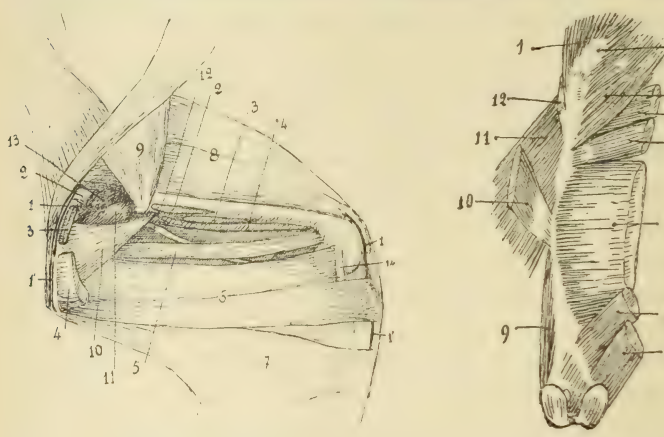


Fig. I. — Face interne de la cuisse du Cobaye : 1, 1', droit interne ; 2, pectiné ; 3, moyen adducteur ; 4, grand adducteur ; 5, ischio-condylien ; 6, demi-membraneux ; 7, demi-tendineux ; 8, quadriceps fémoral ; 9, psoas-iliaque ; 10, petit adducteur ; 11, obturateur externe ; 12, sciatique ; 13, articulation coxo-fémorale ; 14, ligament latéral interne du genou.

Fig. II. — Muscles adducteurs du Cobaye : 1, 2, 3, moyen fessier ; 4, carré crural ; 5, petit adducteur ; 6, 7, grand adducteur ; 8, ischio-condylien ; 9, crural ; 10, grand fessier ; 11, vaste externe ; 12, scansorius.

sont toujours indépendantes. La portion fémorale se fixe, en partie par implantation directe des fibres sur la face externe de la branche horizontale du pubis et de la branche ischio-pubienne, en partie par un tendon nacré au niveau de l'angle sous-pubien (fig. I, 4). Le corps charnu assez épais et obliquement dirigé en bas, en dehors et un peu en avant, présente souvent une division en deux portions. L'une supérieure, vient des fibres à implantation iliaque directe, l'autre du tendon nacré. La première s'insère sur la face postérieure de l'os (fig. II, 6) en décrivant une courbe à concavité externe, la seconde se fixe à la partie inférieure du bord interne de l'os (fig. II, 7).

La portion condylienne, *muscle ischio-condylien*, naît de la tubérosité de l'ischion en empruntant le tendon du biceps sur le bord postérieur duquel elle s'implante, tandis que le demi-tendineux s'implante sur le bord antérieur (fig. III, 13). Elle descend presque verticalement et s'insère sur le condyle interne du fémur (fig. II, 8). Elle est innervée par le sciatique tandis que les deux faisceaux de la portion fémorale reçoivent sur leur face interne des filets de l'obturateur.

Le *petit adducteur* (fig. I, 10), de forme triangulaire, s'insère en demi-cercle sur la face externe de la branche du pubis et de la branche ischio-pubienne (fig. III, 6). Les fibres se portent en haut et en arrière et se fixent par un petit tendon à la partie la plus élevée du fémur, entre le carré crural et le moyen fessier en haut, le grand adducteur en bas, le psoas-iliaque en avant.

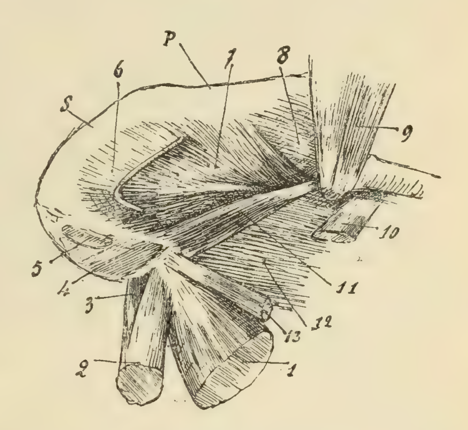


Fig. III. — Muscles pelvi-trochantériens du Cobaye, la cuisse en abduction forcée : 1, biceps ; 2, 3, demi-tendineux ; 4, 5, demi-membraneux ; 6, petit adducteur ; 7, obturateur externe ; 8, capsule coxo-fémorale ; 9, psoas-iliaque ; 10, petit adducteur ; 11, carré crural ; 12, biceps ; 13, ischio-condylien.

En résumé, le cobaye présente le pectiné et trois adducteurs. Le grand adducteur est divisé en deux portions : l'ischio-condylien, et la portion fémorale qui, elle-même, est souvent subdivisée en portion superficielle et portion profonde ou tendineuse.

2° *Mus decumanus.* — Les adducteurs chez la plupart des Myomorphes sont compliqués; cependant, chez Mus decumanus, ils rappellent la disposition qui vient d'être décrite chez le cobaye. Au-dessous du *pectiné* et du *moyen adducteur*, qui est plus mince que le pectiné, on trouve trois masses charnues. L'une d'elles, reconnaissable à son innervation fournie par le sciatique, se fixe sur le condyle interne du fémur; c'est l'*ischio-condylien*, dont l'origine, au lieu d'être l'ischion, remonte, comme chez d'autres Rongeurs, aux premières vertèbres coccygiennes par une lamelle fibreuse qui est sous-jacente au bord postérieur du grand fessier et

au chef sacré du biceps. Les deux autres constituent, comme chez Cavia, la portion fémorale du grand adducteur étendue de l'ischion à la diaphyse fémorale. Mais elles sont plus distinctes quoique unies entre elles, vers le milieu de la cuisse, par une anastomose charnue; de plus la portion inférieure émet un faisceau assez large que je désignerai en raison de son insertion terminale, sous le nom de *faisceau tibial*. Ce faisceau, qui est séparé du reste du grand adducteur par les vaisseaux fémoraux, passe sur l'insertion de l'ischio-condylien, sur la partie interne du genou et se fixe au bord antérieur du plateau tibial. Malgré leur superposition, le faisceau tibial et l'ischio-condylien sont bien distincts et leur innervation est différente.

Le petit adducteur fait défaut. On peut le considérer comme fusionné au bord proximal de la portion supérieure du grand adducteur qui est épaissi et qui s'élève jusqu'au niveau du petit trochanter.

Mus diffère de Cavia par la division plus nette de la portion fémorale du grand adducteur et la présence du faisceau tibial.

3° *Sciurus vulgaris*. — Tout autre est la complexité des adducteurs chez l'Écureuil.

Parsons[1] se contente d'énumérer les cinq portions qui, d'après lui, constituent avec l'ischio-condylien, mais indépendamment du pectiné, les adducteurs de cet animal :

1° Faisceau distinct du pectiné, étendu de la ligne ilio-pectinéale au milieu du bord postérieur du fémur;

2° Faisceau allant de la partie postérieure de la symphyse pubienne au condyle interne;

3° Faisceau né derrière celui-ci d'une même origine par un tendon épais, allant au tiers moyen du bord postérieur du fémur;

4° Faisceau né de la tubérosité de l'ischion, allant obliquement au-dessus du condyle interne et à la partie postérieure du fémur au-dessus de lui;

5° Épais faisceau charnu allant de la partie externe de la tubérosité de l'ischion à la partie supérieure du fémur.

On reconnaîtra sans peine, dans le n° 1, le *moyen adducteur* (fig. IV, 19, 5), qui est étroit et plus mince que le *pectiné* (fig. IV, 20, 2) derrière lequel il est situé.

Le numéro 4 (fig. IV, 8) reçoit ses nerfs du sciatique, c'est l'*ischio-*

1. Parsons, *On the myology of the sciuromorphine and hystricomorphine Rodents*, Proceedings of the Zoological Society, London, 1894.

condylien, qui est très volumineux, occupe la face postérieure de la cuisse et se divise en deux chefs qui viennent s'insérer au-dessus de chacun des condyles du fémur (fig. V, 5, 6).

Le numéro 5 représente le *petit adducteur* (fig. IV, 15), qui est assez volumineux, quoique, d'après moi, son origine soit la branche horizontale du pubis et non pas la tubérosité de l'ischion.

Les numéros 2 et 3 appartiennent au grand adducteur. Le

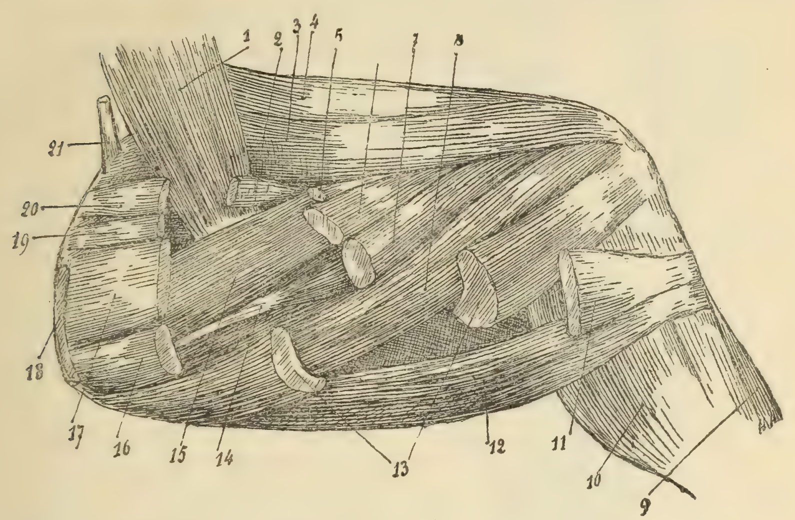


Fig. IV. — Face interne de la cuisse gauche de l'Écureuil : 1, psoas-iliaque; 2, 20, pectiné; 3, vaste interne; 4, droit antérieur; 5, 19, adducteur moyen; 6, 7, 14, 16, 17, grand adducteur; 8, ischio-condylien; 9, tibial antérieur; 10, jumeau interne; 11, 18, droit interne; 12, demi-tendineux; 13, demi-membraneux; 15, petit adducteur; 21, petit psoas.

numéro 3 (fig. IV, 14) naît de l'angle pubien par un long tendon plat qui rappelle la disposition signalée chez Cavia cobaya. C'est la portion tendineuse ou profonde du grand adducteur. Elle est recouverte par une portion superficielle, le numéro 2, dont Parsons ne signale pas le dédoublement. D'après mon observation, on trouve : une première masse épaisse, la *portion antéro-superficielle* (fig. IV, 17, 6), qui s'étend de la branche horizontale du pubis au tiers moyen du bord interne et de la face postérieure du fémur; une seconde lame plus étroite et plus longue, la *portion postéro-superficielle* (fig. IV, 16, 7) qui, de l'angle sous-pubien, vient se fixer au-dessus de l'espace inter-condylien entre les deux chefs de l'ischio-condylien (fig. V, 2). J'ai suivi la distribution de l'obturateur qui se divise en deux branches, l'antérieure fournissant l'adducteur moyen, le droit interne et la portion antéro-superficielle

du grand adducteur, la postérieure fournissant le petit adducteur et les portions profonde et postéro-superficielle du grand.

En résumé l'écureuil présente le pectiné et trois adducteurs. Le grand adducteur est divisé en 4 portions indépendantes : l'ischio-condylien, une portion profonde ou tendineuse, et deux portions superficielles.

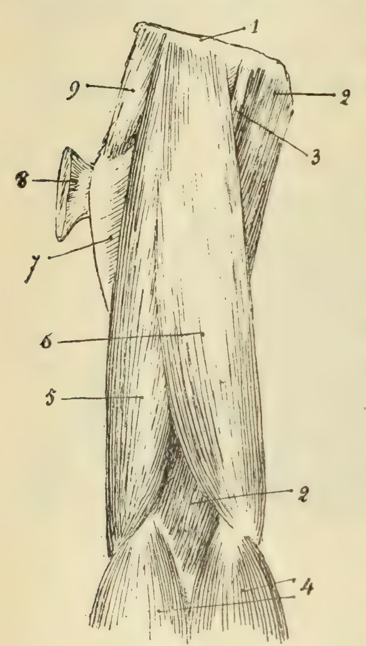


Fig. V. — Face postérieure de la cuisse gauche de l'Écureuil en flexion forcée : 1, branche ischio-pubienne ; 2, 3, grand adducteur ; 4, jumeaux ; 5, 6, ischio-condylien ; 7, petit adducteur ; 8, grand fessier ; 9, carré crural.

4° *Dipus ægyptius.* — Chez Dipus ægyptius, Parsons décrit un long adducteur qui, né de la partie antérieure du pubis sous le droit interne, va au côté interne de la rotule ; un grand et un court adducteur étendus de tout l'arc sous-pubien aux deux tiers supérieurs du dos du fémur. Il ajoute qu'une grande partie de la masse des adducteurs semble fusionnée avec le demi-membraneux.

Je reprocherai à cette description de passer sous silence le *moyen adducteur* (fig. VI, 2), qui, malgré ses dimensions plus réduites que dans les espèces précédentes, est cependant facile à isoler derrière et sous le pectiné, et l'*ischio-condylien*, qui est remarquable par sa complexité. Reconnaissable aux filets du sciatique, il naît avec le demi-membraneux et la portion profonde du grand adducteur sous le chef ischiatique profond du biceps dont le sépare le nerf sciatique. Il descend, derrière les adducteurs, sur la face postérieure de la cuisse, en formant une lame charnue assez épaisse qui se divise prématurément en deux portions. La portion courte ou supérieure (fig. VII, 1) se fixe à la face postérieure du fémur un peu audessous du petit trochanter. La longue portion, après un trajet vertical, se bifurque à une petite distance du creux poplité : la lame externe (fig. VII, 2') s'insère sur la face postérieure de l'os, et la lame interne, au-dessus du condyle interne (fig. VII, 2'').

Le grand adducteur comprend trois autres portions, une portion superficielle et deux portions profondes.

La *portion superficielle* (fig. VI, 3) forme une lame épaisse, bien distincte, qui vient de la branche antérieure du pubis et se termine sur la face postérieure du fémur suivant une zone oblique qui, du

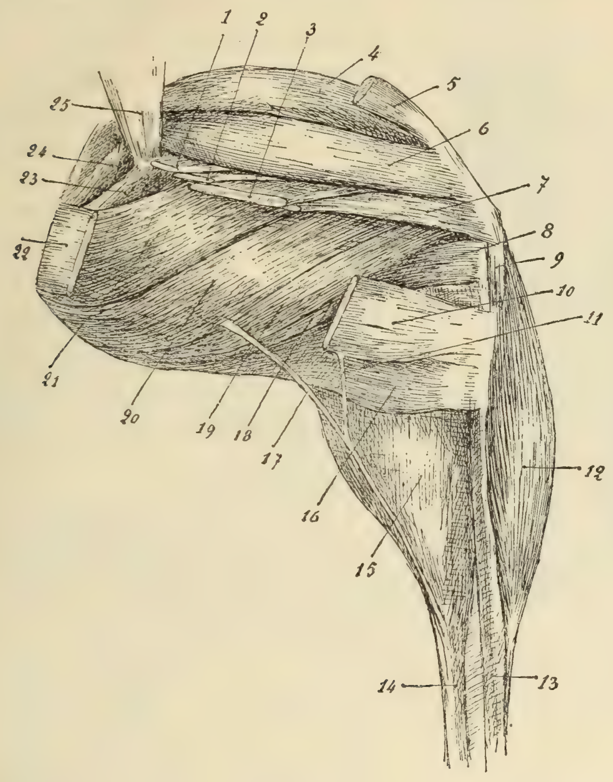


Fig. VI. — Face interne du membre pelvien gauche de la Gerboise : 1, pectiné; 2, moyen adducteur; 3, 7, 19, 20, 21, grand adducteur; 4, droit antérieur; 5, vaste externe; 6, vaste interne; 8, demi-membraneux; 9, tendon rotulien; 10, 22, droit interne; 11, bride fibreuse l'unissant au tendon d'Achille; 12, tibial antérieur; 13, tibia; 14, tendon d'Achille; 15, jumeau interne; 16, demi-tendineux; 17, bride fibreuse unissant le grand adducteur et l'ischio-condylien au tendon d'Achille; 18, demi-membraneux; 23, carré crural; 24, obturateur externe; 25, psoas-iliaque.

bord supérieur du pectiné, atteint le bord interne de la diaphyse, au-dessous de son milieu. Elle envoie une bandelette aplatie (fig. VI, 7) qui s'implante sur le bord interne de la rotule. Les vaisseaux fémoraux passent entre ce faisceau rotulien et la portion supérieure du muscle.

Les deux portions profondes (fig. VI, 19, 20, 21) forment une

masse très volumineuse divisée par un interstice peu apparent.

Elles s'insèrent sur la branche ischio-pubienne, l'antérieure en contournant le trou sous-pubien, la postérieure sur une large surface triangulaire en s'unissant au demi-membraneux et à l'ischio-condylien. Les trois muscles ne tardent pas à se séparer. Les portions profondes du grand adducteur ont un aspect feuilleté et viennent s'insérer l'une au-dessus de l'autre sur la face postérieure du fémur. Vers le milieu de la portion profonde postérieure naît une bride fibreuse étroite (fig. VI, 17) qui adhère à ses divers faisceaux et se porte sur la face interne de la jambe en croisant le demi-membraneux et le demi-tendineux. Elle reçoit sur son bord antérieur une bride analogue qui vient du bord postérieur du droit interne (fig. VI, 11) et s'unit après un long trajet le long du jumeau interne, à l'origine du tendon d'Achille.

Le petit adducteur fait défaut.

En résumé, la gerboise présente le pectiné et deux adducteurs seulement. Le grand adducteur dont le volume est énorme, comprend quatre portions; l'ischio-condylien et une portion superficielle dont l'indépendance est à peu près complète, deux portions profondes, remarquables par leur masse, qui est moins nettement divisée.

Fig. VII. — Face externe de la cuisse gauche de la Gerboise : 1, 2, ischio-condylien; 3, adducteurs; 4, jumeau externe; 5, crural; 6, grand trochanter; 7, carré crural.

L'obturateur se distribue au moyen adducteur et aux différentes portions du grand adducteur, sauf à l'ischio-condylien.

5° *Lepus cuniculus.* — *Lepus timidus.* — Chez le lièvre et chez le lapin on trouve un *pectiné* (fig. VIII, 4) et un *moyen adducteur* (fig. VIII, 5) de volume réduit, un *grand adducteur* divisé en deux portions (fig. VIII, 7, 7'), la postérieure ou profonde plus épaisse que l'antérieure ou superficielle et toutes les deux beaucoup plus puissantes chez le lièvre. L'ischio-condylien est fusionné avec le demi-membraneux dont il forme le faisceau externe et qui est sectionné sur la figure VIII. Il s'insère à l'extrémité inférieure du bord

interne du fémur au-dessus du condyle et de l'espace intercondylien.

Tandis que le *petit adducteur* est indépendant chez le lapin, il

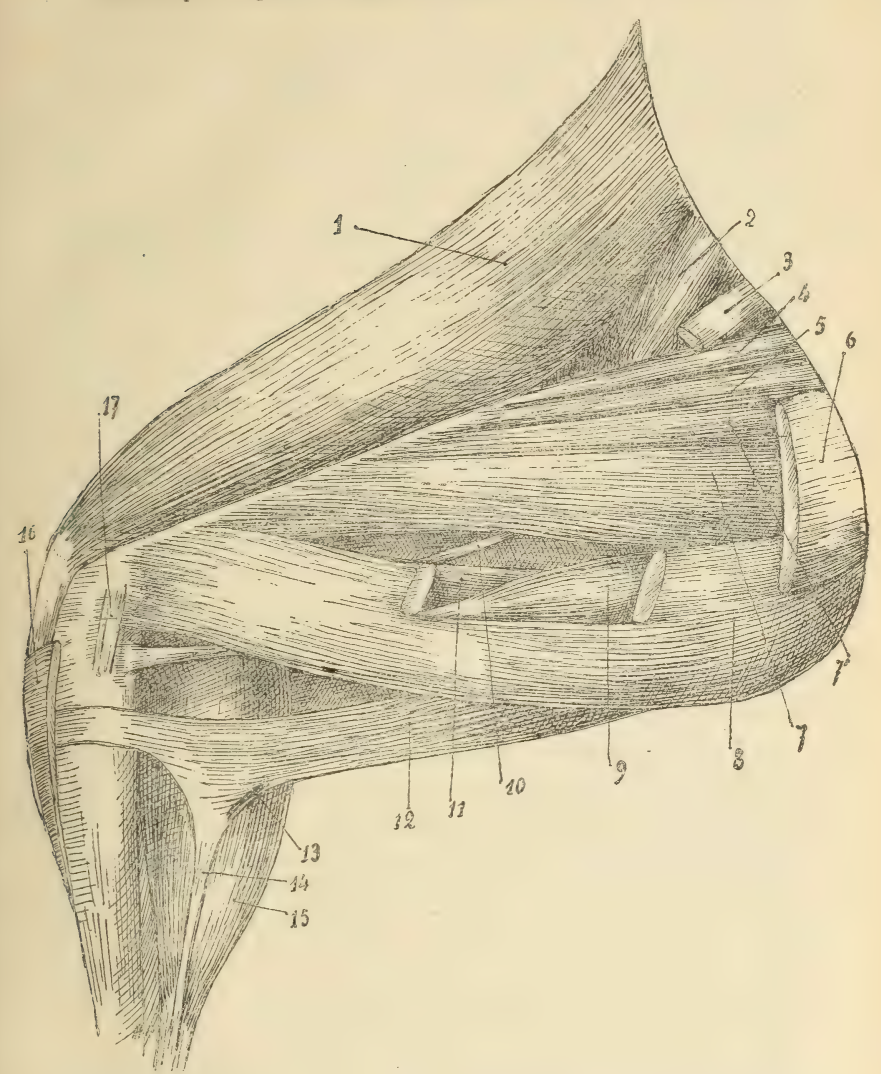


Fig. VIII. — Face interne de la cuisse droite du Lapin : 1, quadriceps fémoral ; 2, psoas-iliaque ; 3, couturier ; 4, pectiné ; 5, moyen adducteur ; 6, droit interne ; 7, grand adducteur ; 8. 11, demi-membraneux ; 9, ischio-tibial ; 10, nerf sciatique ; 12, demi-tendineux ; 13, adhérence du droit interne au tendon du demi-tendineux ; 14, expansion fibreuse du demi-tendineux au tendon d'Achille ; 15, jumeau interne ; 16, droit interne ; 17, ligament latéral interne du genou.

est fusionné avec le grand adducteur chez le lièvre. Chez le premier, il naît de la branche horizontale du pubis derrière le grand

adducteur et se porte presque transversalement sous ce muscle vers le petit trochanter, derrière lequel il s'insère par une lamelle fibreuse.

6° *Arctomys marmotta.* — Le *pectiné*, assez gros, descend presque jusqu'au milieu de la cuisse; il s'insère au bord interne du fémur derrière le vaste interne.

Le *moyen adducteur*, mince et petit, s'insère par un petit tendon plat au milieu du bord interne du fémur.

L'*ischio-condylien*, innervé par le sciatique, est gros et indépendant. Il naît sur la face externe de la tubérosité de l'ischion au-dessous du biceps, au-devant du demi-membraneux. Il se divise, comme chez l'écureuil, en deux lames. L'interne, plus petite, se fixe transversalement au-dessus du condyle interne; l'externe, beaucoup plus importante, s'insère, en dedans du fémoro-coccygien, sur la moitié inférieure du bord externe jusqu'au condyle.

Quand on a sectionné l'ischio-condylien, il reste trois faisceaux, deux superficiels et un profond, qui sont tributaires de l'obturateur.

Les deux faisceaux superficiels forment une lame large et épaisse qui naît de la partie externe et postérieure de la branche horizontale du pubis en dehors de l'angle sous-pubien. Ils se terminent l'un au-dessus de l'autre sur le bord interne du fémur, depuis le moyen adducteur jusqu'au condyle. Les vaisseaux fémoraux passent dans l'interstice qui les sépare.

La portion profonde, comme chez Cavia et Sciurus, naît par un tendon de la branche horizontale de l'ischion et se termine derrière le fémur entre les chefs de l'ischio-condylien.

Le *petit adducteur* est puissant. Il se fixe d'une part sur la branche horizontale du pubis, de l'autre à la partie postérieure du petit trochanter et à la partie voisine de la face postérieure de la diaphyse.

L'obturateur donne des filets au moyen adducteur, aux trois portions du grand adducteur et au petit adducteur.

En résumé, la marmotte possède le pectiné et trois adducteurs. Le grand adducteur est divisé, comme chez l'écureuil, en ischio-condylien, en portion profonde ou tendineuse, et en portions superficielles antérieure et postérieure.

Contrairement à l'opinion de Parsons rappelée plus haut, il me semble que les adducteurs peuvent être ramenés, sans grand effort, dans les espèces qui viennent d'être examinées, et qui appartien-

nent à des classes très différentes de Rongeurs, au schéma fourni par l'anatomie humaine. La recherche de la distribution nerveuse s'impose, mais elle donne immédiatement le pectiné et l'ischio-condylien. Quand on suit les transitions qui s'opèrent d'un type à l'autre dans le reste de la région, on voit à côté du moyen adducteur qui, superficiellement accolé au pectiné, reste toujours semblable à lui-même, on voit la portion fémorale du grand adducteur, tout entière tributaire de l'obturateur, varier de volume et de morphologie dans des limites étendues. Souvent unique ou à peine divisée en deux lames assez minces chez Cavia, nettement divisée en deux lames unies par une anastomose charnue chez Mus, elle forme deux couches chez Sciurus et Arctomys. La portion postérieure de Cavia, qui naissait par un tendon, devient la portion profonde chez ces deux Rongeurs, et la portion antérieure de Cavia s'étale superficiellement et se divise en deux faisceaux, l'un antérieur et l'autre postérieur. Chez Dipus, au contraire, la couche superficielle reste unique, tandis que la couche profonde, avec un développement énorme, présente une subdivision en portions antérieure et postérieure. Lepus cuniculus et Lepus timidus offrent des types tout différents; l'ischio-condylien est fusionné avec le demi-membraneux, et le grand adducteur ne se divise qu'en deux faisceaux.

Mais dans ces divers types, il ne s'agit jamais que du grand adducteur plus ou moins divisé.

Je me crois donc en droit de conclure que dans les types qui ont été soumis à mon observation, les variations les plus nombreuses du groupe adducteur tiennent au grand adducteur, à ses subdivisions, à l'inégalité de leur développement et à leurs rapports variables avec l'ischio-condylien.

PHÉNOMÈNES HISTOLOGIQUES
DE
LA SÉCRÉTION LACTÉE

Par M. LIMON
Préparateur à la Faculté de médecine de Nancy.

(*Travail du laboratoire d'histologie de la Faculté de médecine de Nancy.*)

(Planche I)

Les premiers histologistes qui nous fournissent des données précises sur la sécrétion lactée considéraient le lait comme résultant de la fonte des éléments glandulaires. Pour Reinhardt (1), Kölliker (2) et Virchow (3), les culs-de-sac mammaires sont revêtus d'un épithélium pavimenteux stratifié; les cellules les plus superficielles de cet épithélium subissent une dégénérescence graisseuse, meurent et tombent dans la lumière de l'acinus. Ces cadavres cellulaires se désagrègent, et leurs débris constituent les globules du lait. Pour faire les frais de cette déperdition cellulaire, la couche profonde de l'épithélium, véritable assise génératrice, prolifère activement, et renouvelle dans la profondeur l'assise superficielle qui vient de disparaître.

La découverte de l'unistratification de l'épithélium mammaire, due à Kehrer (4), et confirmée depuis par de nombreux observateurs, ruina cette conception de la sécrétion lactée. Il devient désormais impossible d'admettre la chute de l'unique assise épithéliale que rien ne pourra remplacer. Aussi, sauf Kehrer (4) qui croit encore à la possibilité d'une nécrobiose graisseuse, et Rauber (5) qui admet la formation des globules du lait aux dépens de leucocytes ayant subi une dégénérescence graisseuse, tous les auteurs sont-ils unanimes à rapprocher le processus sécrétoire dans la glande mammaire des autres processus glandulaires de l'orga-

nisme : le lait provient non pas de la mort des éléments glandulaires, mais au contraire de leur activité propre.

R. Heidenhain (7), s'appuyant sur ses propres recherches et sur celles de son élève Paartsch, décrit deux états principaux de la cellule mammaire.

Les cellules, répondant au premier de ces états, sont basses, pauvres en protoplasma et mal délimitées les unes des autres; elles possèdent un noyau elliptique ou fusiforme. Les alvéoles contiennent un abondant coagulum de caséine parsemé de gouttelettes graisseuses, et çà et là de quelques noyaux libres. L'autre état de l'épithélium montre les cellules plus ou moins hautes, bien délimitées de toute part; le protoplasme abondant présente du côté de la lumière alvéolaire des enclaves graisseuses; on observe souvent deux et même trois noyaux.

La hauteur des cellules mammaires n'est nullement sous la dépendance de la pression produite dans les alvéoles par la présence du produit de sécrétion [opinion soutenue depuis par Benda (14)], mais elle traduit au contraire des changements cellulaires dus à l'activité propre des cellules. Sous l'influence de la tétée, les cellules du second type subissent une sorte de décapitation : toute la partie de la cellule confinant à la lumière alvéolaire se sépare de la partie basale et tombe dans la cavité : d'où résulte le premier aspect.

Nissen (8) étudie en outre les phénomènes nucléaires qui accompagnent la secrétion lactée. Le noyau participe à la sécrétion lactée par deux processus : en tombant intégralement avec la sécrétion protoplasmique, et en subissant une dégénérescence chromatolytique dans la cellule avant de se mêler au produit de sécrétion. Ces noyaux seraient remplacés non par des divisions nucléaires mitosiques, mais probablement par des amitoses nucléaires (sans que Nissen ait pu observer ce fait).

Frommel (9) aboutit aux mêmes conclusions que Heidenhain et ses élèves. Mais Bizzozéro et Vassale (10) nient toute participation des noyaux à la sécrétion du lait. Pour ces auteurs, les prétendus phénomènes chromatolytiques observés par Nissen sont des apparences dues à la présence de différenciations intracytoplasmiques devenant chromatiques comme les nebenkerne du pancréas.

Coën (11) a observé plusieurs rangs de cellules dans les acini de la glande mammaire en activité, alors qu'ils ne possèdent qu'une

seule couche épithéliale au repos. Il confirme les vues de Nissen sur la participation des noyaux à la sécrétion, et a vu de plus des phénomènes de dégénérescence graisseuse dans quelques-uns d'entre eux. Ces noyaux sont remplacés par karyodiérèse.

Steinhaus (12) insiste également sur les dégénérescences graisseuses nucléaires et sur les mitoses qui s'observent pendant la phase d'activité. L'élaboration des produits de sécrétion a pour siège de nombreux granula, ou bioblastes d'Altmann, ces granula présentent des modifications parallèles aux stades sécrétoires; très petits et sphériques au repos, ils deviennent allongés et flexueux, « spirochœtiformes » pendant la période d'élaboration cellulaire.

Duclert (13) a observé les mêmes faits.

Benda (14) rapproche, au point de vue physiologique, la glande mammaire des glandes sudoripares. Il n'a pas vu de dégénérescences nucléaires, et attribue les différences de hauteur de l'épithélium à l'état de réplétion ou de vacuité des alvéoles.

Szabò (15) met en évidence d'importantes transformations dans la structure du noyau à l'état de repos et à l'état d'activité de la glande. La substance chromatique du noyau, disséminée sous forme de petits grains au repos, se conglomère, quand s'établit la lactation, en grosses boules qui s'ordonnent à la périphérie du noyau.

Unger (17) attribue au seul cytoplasme des cellules mammaires la formation des éléments figurés du lait. Les noyaux ne prennent aucune part directe à cette sécrétion. Les images nucléaires qu'on peut observer dans le magma excrété sont des détritus de leucocytes. Les seuls phénomènes nucléaires que Unger admette sont seulement des modifications dans la chromaticité des noyaux.

Michaelis (16), dans son excellente monographie de la sécrétion lactée, confirme la plupart des résultats acquis antérieurement. Il montre en outre l'importance des divisions nucléaires amitotiques pendant la période d'activité de la glande. Ces amitoses pourvoient exclusivement au remplacement des noyaux éliminés. Toutefois Michaelis met en doute la dégénérescence graisseuse des noyaux, qu'il considère comme une apparence.

Ottolenghi (18) signale la présence de grains de glycogène dans la glande mammaire de la vache.

Si nous synthétisons les principaux résultats des recherches que nous venons d'exposer sommairement, nous pouvons nous arrêter aux propositions suivantes :

1° L'épithélium de la glande mammaire, pendant la période de lactation, est unistratifié. (Kehrer et tous les auteurs à sa suite, sauf Coën.)

2° La sécrétion du lait est le résultat de l'activité propre de cet épithélium.

3° Cette activité se manifeste du côté du noyau et du cytoplasme.

a. Du côté du noyau : α. Par la chute de noyaux libres (Heidenhain, Nissen);

β. Par dégénérescence chromatolytique (Nissen);

γ. Par dégénérescence graisseuse (Coën, Steinhaus).

b. Du côté du cytoplasme : α. Par différenciation *in situ* de boules graisseuses;

β. Par l'intermédiaire des bioblastes d'Altmann (Steinhaus).

4° Les noyaux expulsés sont remplacés :

a. Par division indirecte (Michaelis);

b. Par division directe (Nissen, Michaelis).

Technique. — Nos recherches ont porté exclusivement sur la glande mammaire du cobaye pendant l'allaitement, et, après l'allaitement, sur la phase de régression de cet organe. Le cobaye paraît très favorable pour cette étude, en raison des facilités qu'on a de se procurer l'animal dans les conditions voulues, aussi en raison de la dimension des éléments qui sont d'une étude relativement facile. D'autre part, les recherches que nous venons d'exposer ont presque toutes porté sur cet animal.

De petits fragments du parenchyme glandulaire ont été fixés à l'aide de réactifs divers : alcool, liquide Bouin (formol picro-acétique), liqueur de Flemming (chromo-acéto-osmique, sol. forte) et liqueur d'Hermann (chlor. de platine, ac. osmique, ac. acétique). Nous avons accordé la préférence aux liqueurs osmiquées, qui offrent l'avantage de noircir les produits graisseux si importants dans la glande. Les morceaux ont été ensuite inclus à la paraffine en employant le chloroforme comme dissolvant. Ce liquide nous a paru plus avantageux que tout autre, en raison de son action dissolvante moins énergique pour les graisses. Les coupes très minces (2 μ à 6 μ) ont été soumises à des colorations appropriées : Hémalun, Hématoxyline de Delafield, Hématoxyline ferrique d'Heidenhain, Bleu de toluidine et éosine (après fixation au liquide de Bouin), Safranine et Vert lumière, triple coloration de

Flemming (après fixation aux solutions de Flemming ou d'Hermann). Les meilleures colorations nous ont été fournies par l'Hématoxyline ferrique d'Heidenhain, le Bleu de toluidine, la Safranine et Vert lumière. Ces différentes méthodes nous ont d'ailleurs donné des résultats très concordants.

I

L'élaboration du lait se manifeste au niveau de la cellule mammaire par une évolution cyclique qui se reproduit toujours identique pendant toute la durée de l'allaitement. Ce cycle sécrétoire s'effectue dans l'intervalle des tétées, comme l'a bien montré R. Heidenhain (7).

Nous le caractériserons microscopiquement par trois aspects principaux que nous décrirons dans l'ordre suivant :

1° Stade de sécrétion cellulaire;

2° Stade d'excrétion;

3° Stade de reconstruction de la cellule[1].

Nous n'établissons ces stades que pour faciliter la description des aspects présentés par la cellule mammaire. Ces divers stades se poursuivent sans interruption, se succédant l'un à l'autre dans l'ordre que nous avons donné, mais sans aucun arrêt, sans phase de repos. Il est d'ailleurs possible de reproduire expérimentalement à coup sûr tel ou tel stade du cycle sécrétoire. Il suffit de prélever les glandes à examiner à des instants variables après la tétée, sachant que la tétée correspond au stade d'excrétion cellulaire (Heidenhain).

1° Au stade de sécrétion (fig. 1), la cellule mammaire, assez élevée, affecte une forme plus ou moins pyramidale ou conique; la partie basale, reposant sur une membrane basale très mince, est plus large que la partie alvéolaire. Cette dernière est assez souvent proéminente dans la cavité de l'acinus, constituant ainsi une sorte de coupole libre dans une petite étendue sur ses faces latérales. Une membrane très apparente établit une limite nette autour de la cellule.

1. Les mots de sécrétion et d'excrétion doivent être pris dans l'acception qui leur a été donnée par Ranvier (Le mécanisme de la sécrétion, *Journ. de Micrographie,* 1887), van Gehuchten (Le mécanisme de la sécrétion, *Anat. Anzeiger,* Bd. VI, 1891), et A. Nicolas (Recherches sur l'épithelium de l'instestin grêle, *Intern. Monatschrift f. Anat. u. Physiol.,* VIII, 1891).

Chaque élément possède le plus souvent deux noyaux dont la situation par rapport à l'axe de la cellule est assez variable : tantôt l'axe qui réunit le centre des deux noyaux est perpendiculaire à l'axe de la cellule, tantôt oblique, enfin dans certains cas, les deux axes coïncident plus ou moins. Il arrive fréquemment qu'un des noyaux se rapproche de la partie alvéolaire, prenant ainsi place dans le dôme protoplasmique qui fait saillie dans la lumière de l'acinus ; l'autre noyau reste plus ou moins rapproché de la membrane basale. On peut observer cependant des cellules ne possédant qu'un seul noyau ; tandis que d'autres au contraire en possèdent trois disposés d'une manière quelconque dans le cytoplasme.

Ces noyaux sont volumineux, parfaitement sphériques. La substance chromatique est répartie en un petit nombre de boules assez grosses qui occupent une situation périphérique, au voisinage de la membrane nucléaire. Le suc nucléaire demeure tout à fait incolore, ce qui donne au noyau une apparence de clarté remarquable. Un gros nucléole plasmatique se trouve en un point voisin du centre du noyau. Ce nucléole coloré a une teinte plus translucide, moins profonde que les grains de chromatine.

Çà et là, quelques noyaux présentent les signes de processus dégénératifs variés. Quelques-uns subissent la métamorphose graisseuse, d'autres offrent les symptômes d'une nécrobiose chromatique. Nous reviendrons avec plus de détails sur ces différents processus.

Ils ne portent pas indifféremment sur tous les noyaux. Rares dans les cellules uninucléées, ils frappent de préférence le noyau des cellules binucléées le plus voisin de la cavité de l'acinus. Le noyau basal n'est jamais dégénéré dans ces cellules.

Le cytoplasme présente des différences notables suivant qu'on considère la région alvéolaire ou la région basale. Finement granuleux dans la première, et prenant franchement les colorants acides, il loge des boules de graisse de nombre et de volume très variables (fig. 1, *g*). Le plus souvent on constate plusieurs gouttelettes, noircies par l'acide osmique, les unes petites, les autres de plus grande dimension. Les gouttelettes, nettement sphériques, ne paraissent pas confluer les unes dans les autres. Une fois formées, elles se développent et s'accroissent chacune pour son propre compte, mais n'arrivent jamais à occuper tout le dôme cellulaire qui proémine dans l'alvéole. C'est aussi dans cette zone

de la cellule qu'on observe le plus souvent les noyaux en voie de dégénérescence.

La moitié basale de la cellule, beaucoup plus large en raison de la forme pyramidale du corps cellulaire, a attiré plus spécialement notre attention.

On y observe en effet de part et d'autre du noyau une série de filaments alignés plus ou moins parallèlement les uns aux autres, qui se distinguent du protoplasma ambiant acidophile par leur affinité pour les colorants basiques : ils prennent l'hématoxyline, la safranine, les violets et le bleu de toluidine dans les doubles colorations (fig. 1, 7, 8, 9; *e*). Même en l'absence de toute coloration ils apparaissent beaucoup plus réfringents que le cytoplasme ordinaire. Parfois implantés perpendiculairement à la membrane basale, ils s'ordonnent plus souvent de chaque côté du noyau en deux amas en forme d'anse dont la concavité regarde le noyau. Ces filaments n'offrent aucun rapport de contiguïté avec le noyau; ils sont toujours séparés par une aire de protoplasma non différencié. Leur configuration générale est celle d'un fuseau très allongé, leur partie médiane étant en général plus renflée que leurs extrémités qui se perdent, en s'effilant progressivement, dans le cytoplasme. La courbure qu'ils décrivent autour du noyau est quelquefois régulière, mais elle est rompue le plus souvent par des ondulations légères. Ces filaments ne s'anastomosent jamais entre eux, et conservent leur individualité jusqu'à leurs extrémités. Le nombre de ces fibres peut varier dans des limites assez grandes. Il est des cellules où on n'en observe que quelques-uns, alors que les voisines auront leur région basale complètement obscurcie par de semblables formations.

Telle est l'image fournie par des coupes passant à peu près par l'axe de la cellule. Si la coupe est dirigée obliquement, ou même perpendiculairement, l'aspect change. On observera, par exemple, un noyau entouré par un anneau de filaments différenciés, ou bien autour du noyau des images punctiformes produites par la section transversale de ces filaments.

En aucun cas, la région basale ne renferme d'enclaves graisseuses. Celles-ci se localisent exclusivement au voisinage de la lumière de l'acinus.

2° Au stade d'excrétion cellulaire, la cellule mammaire a subi une décapitation complète (fig. 2). Toute la région qui au stade pré-

cèdent faisait saillie dans la lumière de l'acinus, cytoplasma, enclaves graisseuses et noyau normal ou dégénéré, se détache de la région basale de la cellule, et est ainsi libérée dans la lumière de l'acinus. Aussi trouve-t-on cette dernière encombrée par un magma protoplasmique où se rencontrent de nombreuses gouttelettes graisseuses, quelques noyaux dans toute leur intégrité et de petites boules chromatiques provenant des noyaux dégénérés (fig. 2, *n'-s*). Le revêtement épithélial a subi des modifications profondes. L'acinus mammaire est tapissé par une bordure protoplasmique mal définie du côté de la lumière, et mesurant environ moitié de l'épaisseur de l'épithélium au stade de sécrétion. Les cellules ont perdu leur individualité par suite de la disparition de la membrane cellulaire.

Les noyaux sont accolés à la membrane basale, et séparés par des intervalles réguliers. Quelques-uns de ces noyaux présentent les signes d'une division amitotique; d'autres fois ils sont accolés par deux, comme s'ils provenaient directement d'une division préalable. Leur aspect est le même qu'au stade de sécrétion : ils ne diffèrent de leur aspect antérieur que par leur forme, légèrement ovoïde, leur grand axe étant parallèle à la membrane basale. Les noyaux en voie de dégénérescence ont disparu dans l'épithélium; on les retrouve dans le produit d'excrétion.

Le protoplasme peu abondant est mal délimité du côté de l'alvéole, et présente de ce côté quelques prolongements irréguliers, donnant un aspect frangé à la bordure épithéliale. Il ne contient plus aucune enclave graisseuse. Les filaments basaux, abondants au stade précédent, n'ont pas entièrement disparu, mais leur nombre et leur aspect ont notablement changé. On n'observe plus que quelques fibrilles courtes et trapues disposées à une certaine distance du noyau, très espacées les unes des autres. Leur longueur est diminuée de moitié, ce qui leur donne un aspect plus rigide.

3° Nous venons d'étudier la cellule mammaire en pleine activité et déjà chargée de son produit de sécrétion; puis la cellule venant d'expulser ce produit : ce sont là les deux termes ultimes de l'acte sécrétoire. Entre eux, il est possible d'observer toute une série d'intermédiaires que nous décrirons sous le nom de phase de reconstruction. Le corps cellulaire ayant perdu son individualité, amputé de sa partie alvéolaire, se reconstitue progressivement. Les cellules épithéliales, dont la face alvéolaire était irrégulière, mal

délimitée, reforment d'abord leur membrane de ce côté; puis gagnent en hauteur par suite de la régénération du protoplasme disparu; une membrane réapparaît sur les faces latérales. La cellule, devenue peu à peu cubique, continue à s'élever encore par la formation du dôme proéminent dans l'alvéole. En même temps, quelques noyaux, dont les caractères sont restés les mêmes, continuent à se diviser amitotiquement; les noyaux formés s'orientent suivant le grand axe de la cellule.

Le cytoplasme recommence à manifester les signes d'un métabolisme sécrétoire intense. Pendant que le corps cytoplasmique s'accroît, les filaments chromatiques basaux apparaissent plus nombreux et plus longs; ils commencent à former autour du noyau l'appareil chromatique important que nous avons décrit au stade 1. Quelques gouttelettes de graisse très petites commencent à faire leur apparition dans la partie alvéolaire de la cellule.

Nous sommes ainsi ramenés progressivement au point d'où nous sommes partis pour notre description, c'est-à-dire au stade de sécrétion cellulaire.

Glande mammaire en régression. — La cessation de l'allaitement amène de profondes modifications dans la structure de la glande mammaire [1]; ces modifications portent à la fois sur le stroma et sur l'épithélium : ce dernier seul nous intéresse. Si nous examinons une coupe de glande mammaire prélevée huit jours après la fin de l'allaitement, nous voyons que les acini sont tapissés par un épithélium assez bas, bien défini du côté de la lumière; mais les cellules ne présentent pas de limites nettes sur leurs faces latérales. Un noyau arrondi ou légèrement ovalaire occupe le centre de la cellule. Mais ce noyau diffère totalement, comme aspect, des noyaux observés pendant la sécrétion. La membrane nucléaire est moins apparente; la substance chromatique est disséminée sous forme de petits grains épars dans toute l'aire nucléaire. Le nucléole a complètement disparu. Il n'y a plus trace de divisions amitotiques ni de dégénérescences nucléaires (fig. 3).

Quant au cytoplasme, il est parfaitement homogène dans toutes ses parties : plus d'enclaves dans la région alvéolaire, plus de filaments chromatiques dans la région basale.

1. Nous ne parlerons pas des phénomènes qui se passent dans la glande mammaire dans les jours qui suivent immédiatement le sevrage, ne voulant pas aborder la question de la formation du Colostrum.

A un degré de régression encore plus avancé, une douzaine de jours après le sevrage, les culs-de-sac sécréteurs sont étouffés par l'envahissement du stroma conjonctif. L'épithélium est aplati et méconnaissable; il est réduit à une mince bande protoplasmique présentant çà et là des noyaux plus petits, sans caractères spéciaux.

Telles sont les différentes images que nous a fournies l'examen de la glande mammaire pendant la période d'activité et pendant la phase de régression. La hauteur des cellules n'est pas, comme le veut Benda (14), sous la dépendance de la tension produite dans l'alvéole par la présence d'une plus ou moins grande quantité de sécrétion; elle est au contraire l'expression de l'état fonctionnel de la cellule, au même titre que la présence des filaments basophiles, ou des boules de graisse.

II

Après cet exposé morphologique de la sécrétion lactée, nous examinerons quelques-uns des faits qui nous ont paru les plus dignes de remarque. Tout le corps cellulaire collabore à l'acte sécrétoire; nous étudierons plus en détail la part qui revient à chacune des parties constituantes de la cellule : au noyau par ses modifications dégénératives et régénératives (amitose), au corps cytoplasmique par ses filaments basophiles.

1° Le noyau de la cellule mammaire se modifie quand s'établit la sécrétion lactée. Au repos absolu, il est ovoïde et entouré d'une membrane mince. Le suc nucléaire est légèrement teinté par les colorants basiques; la substance chromatique est répartie en de nombreux grains déposés sur un réticulum bien développé. Il n'y a pas de nucléole. Pendant la période de lactation, le noyau a un aspect tout différent, sa membrane devient plus apparente et fortement colorable, englobant un enchylème absolument incolore; la chromatine s'est accrue et conglomérée en un nombre restreint de boules assez volumineuses qui se portent à la périphérie du noyau plus ou moins près de la membrane. Le réticulum est alors réduit à son minimum; au centre de l'aire nucléaire, on observe un très gros nucléole plasmatique distinct de la substance chromatique par sa coloration; il a une affinité moins grande pour les teintures basiques, comme la safranine, le bleu de Toluidine, qui lui donnent une teinte plus claire, différente de celle des boules de chromatine.

Par la triple coloration de Flemming, il prend la safranine, alors que la chromatine se colore en violet. Le noyau conserve cet aspect pendant les divers stades de l'acte sécrétoire. Szabò (15) a remarqué cette disposition spéciale de la chromatine et ajoute que ce seul caractère permet de reconnaître l'état d'activité ou de repos de la glande. Unger (17) insiste également sur ces modifications dans la chromaticité du noyau.

De semblables processus ont été observés dans des organes glandulaires très divers, comme les glandes salivaires, la glande thyroïde, le pancréas. Mais, dans ces glandes, l'aspect du noyau se modifie suivant qu'on examine les stades de sécrétion ou d'excrétion, le stade de repos ou celui d'activité. Dans la glande mammaire, au contraire, le noyau conserve ses caractères pendant toute la durée de la lactation, quel que soit l'aspect du corps cellulaire.

Outre ces modifications dans la forme et dans l'aspect général du noyau, il est possible d'observer des phénomènes de dégénérescences. Ces phénomènes nucléaires ne sont pas admis par tous les observateurs. Bizzozero et Vassale (10), Benda (14), Unger (17) nient toute disparition des noyaux par ces processus. Mais en étudiant nos préparations, nous avons pu nous convaincre de leur réalité.

La substance nucléaire collabore à la formation du lait par trois modes différents :

a. Par chute pure et simple dans les cavites alvéolaires;

b. Par dégénérescence graisseuse;

c. Par désagrégation intra-cytoplasmique;

a. Nous avons vu qu'au stade d'excrétion on peut observer la lumière alvéolaire, au milieu du produit sécrété, quelques noyaux possédant tous les caractères d'intégrité; ils sont en tout comparables à ceux qu'on observe dans les cellules en activité (fig. 2, *n'*). Cette déperdition de noyaux normaux a été observée depuis longtemps par R. Heidenhain (7), Nissen (8), Coën (11), Duclert (13), Michaelis (16). R. Heidenhain et Nissen attribuent une grande importance à ce processus, et pensent qu'il faut y voir la source des nucléines du lait; arrivés dans la cavité des acini, ces noyaux se désagrégeraient et leur matière se combinerait à l'albumine fournie par le protoplasma pour donner la caséïne (nucléo-albumine). Cette hypothèse si simple nous paraît peu acceptable. Ces noyaux libres dans le magma excrété sont trop peu nombreux pour

pourvoir à la quantité de caséïne existant dans le lait. Il est plus probable que ce composant est élaboré totalement dans l'intérieur de la cellule, et en est expulsé tout formé pendant la phase d'excrétion.

b. La dégénérescence graisseuse du noyau a été observée par Coën (11), puis par Steinhaus (12), Duclert (13) ; mais Michaelis (16), Unger (17), dans ses travaux plus récents, ont nié absolument ce fait. Michaelis admet que ces dégénérescences sont des apparences dues à la présence au-devant du noyau de globules de graisse produits par le cytoplasme. Nos préparations nous permettent de confirmer les vues de Coën et de Steinhaus. Il existe, à n'en pas douter, une dégénérescence graisseuse du noyau (fig. 7, 8, 9, 10, *n'*).

Au milieu d'un noyau ayant toutes les apparences normales, on remarque une goutte de graisse; cette gouttelette est toujours unique ; elle s'accroît de plus en plus, envahit tout le champ nucléaire au détriment de l'enchylème qui disparaît petit à petit. Le volume du noyau envahi ne s'accroît pas tant que la goutte graisseuse n'a pas envahi sa totalité; mais sa chromatine se modifie. Elle devient tout d'abord pulvérulente et répandue dans le reste du suc nucléaire, puis se trouve refoulée à la périphérie sous forme d'un mince anneau souvent irrégulier qui double la membrane nucléaire. Lorsque la graisse a été dissoute par le xylol, on voit ainsi une aire circulaire tout à fait transparente, limitée par cet anneau chromatique. Le dépôt de graisse continue à se faire, et le noyau ainsi dégénéré acquiert alors un volume environ double de son volume primitif. Cette dégénérescence peut s'observer dans les noyaux des cellules binucléées, et c'est alors le noyau le plus voisin de la lumière qui se trouve ainsi envahi; mais nous avons pu aussi voir le fait dans des cellules uninucléées. Dans ces dernières, le protoplasme n'en présente pas moins les signes d'un métabolisme sécrétoire très intense. Un noyau possédant une enclave aussi encombrante que celle représentée à la figure 10 doit avoir perdu déjà une grande partie de sa vitalité. Il ne peut donc plus imprimer à la cellule l'activité directrice qu'on lui attribue. Il est probable que l'élément ainsi dépourvu de noyau est voué à une mort prochaine, et qu'il tombe totalement dans la lumière alvéolaire au moment de l'excrétion.

Comment se dépose cette graisse dans le noyau, et aux dépens de laquelle de ses parties? Cette question ne nous paraît pas aisée

à résoudre. Steinhaus admet que la substance grasse se dépose dans le nucléole qui se comporterait comme un bioblaste d'Altmann. Nous ne pouvons confirmer cette manière de voir, faute d'observations précises à ce sujet. Il est rare d'observer la dégénérescence graisseuse tout à ses débuts. D'autre part, dans certains des noyaux dégénérés, il est encore possible d'observer le nucléole encore intact.

Les exemples ne sont pas rares de noyaux renfermant des enclaves de nature identique à celles du cytoplasme. Quelques noyaux végétaux renferment de l'amidon, de la chlorophylle (Carnoy[1]). Certains noyaux de cellules animales renferment aussi les substances résultant de l'élaboration du cytoplasme (glycogène des cellules du foie embryonnaire de la limace [Carnoy], graisse dans les cellules adipeuses du tissu sous-cutané [Almeyda][2]). Dans les cellules glandulaires des mammifères, on a vu fréquemment le noyau se transformer en boules de sécrétion ne semblant pas différentes des boules produites par le cytoplasme (Hammar[3], A. Henry[4], dans l'épididyme; Ch. Garnier[5], dans le pancréas, les glandes salivaires, etc.).

Comme nous l'avons vu, c'est généralement celui des deux noyaux le plus voisin de la cavité alvéolaire qui subit cette transformation graisseuse. L'autre noyau conserve toute son intégrité.

c. Nissen signale un processus de dégénérescence chromatique du noyau qu'il rapproche de la chromatolyse de Flemming. La chromatine se cantonne à la périphérie du noyau sous la forme de grosses mottes, puis le noyau est libéré dans la cavité alvéolaire où il se désagrège. Ce processus, observé aussi par Steinhaus (12) et par Michaelis (16), n'a pas été vu par Bizzozero et Vassale (10) ni par Unger (17). Nous n'avons pas retrouvé cette chromatolyse nucléaire telle que la décrit Nissen, mais nous avons observé d'autres modes de dégénérescence chromatique.

Certains noyaux présentent la modification suivante (fig. 6) : la membrane perd peu à peu son affinité pour les colorants basiques,

1. Carnoy, *Biologie cellulaire*, I, Lierre, 1884.
2. Almeyda, Lochkerne in Feltzellen, *Archiv f. mikr. Anat.*, 1897.
3. A. Hammar, Uber Secretions erscheinungen im Nebenhoden des Hundes, *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, 1897, supplément Bd.
4. A. Henry, *Etude histologique de la fonction sécrétoire de l'épididyme*, Thèse de Nancy, 1900.
5. Ch. Garnier, De quelques détails cytologiques concernant les éléments séreux des glandes salivaires du rat, *Bibliogr. anatomique*, 1899.

puis se colore par les teintures acides. Les boules chromatiques se fragmentent en un grand nombre de petites masses qui se répandent dans le champ nucléaire; le nucléole disparaît; puis la membrane se résorbe et le contenu du noyau se trouve mêlé au protoplasme qui l'entoure, et sera déversé dans la lumière de l'acinus avec ce dernier. Il s'agit là du processus étudié par Schmaus et Albrecht[1] sous le nom de caryorrhexis.

D'autre fois (fig. 4 et 5) le noyau prend une teinte sombre uniforme, tout en se rétractant; il offre alors l'aspect d'un bloc chromatique très foncé et de forme irrégulière, en même temps, le protoplasme devient très foncé. C'est le processus auquel Schmaus et Albrecht ont donné le nom de pycnose.

Faut-il attribuer à ces divers processus nécrobiotiques l'importance que leur donne Nissen, et y voir la source de la nucléine du lait? Nous ne le croyons pas. Le nombre de ces noyaux dégénérés est beaucoup trop restreint en comparaison de la quantité de nucléine contenue dans le lait. Car ces phénomènes de dégénérescence sont assez rares dans les coupes; on doit les considérer plutôt comme un processus d'usure cellulaire, comme on en rencontre fréquemment dans d'autres épithéliums glandulaires, dans les glandes salivaires ou dans le pancréas.

Amitose. — Quelques noyaux sont frappés de mort et constituent pour une part le produit de sécrétion; malgré cette perte de noyaux leur nombre ne diminue pas dans les cellules mammaires. Les auteurs ne sont pas d'accord pour reconnaître le processus qui donne naissance à de nouveaux noyaux. La plupart ont observé des mitoses pendant la lactation, Coën (11), Steinhaus (12), Duclert (13), mais Nissen (8), Szabò (15) n'ont vu aucun phénomène de division mitotique ni amitotique. Michaelis (16), au contraire, a observé de nombreux noyaux en amitose et jamais de mitoses. Nous avons aussi examiné nos préparations à ce point de vue; jamais nous n'avons vu la moindre image rappelant la division indirecte. Comme Michaelis (16), nous avons au contraire eu sous les yeux de nombreuses divisions directes.

Les divisions amitotiques commencent à se produire après l'excrétion des produits élaborés par la cellule. Le noyau augmente de volume, s'allonge parallèlement à la membrane basale, puis appa-

1. Albrecht et Schmaus, Uber Karyorrhexis, *Virchow's Archiv*, Bd. 138, 1894.

rait un étranglement au milieu de l'ovoïde nucléaire et la scission des noyaux-fils se complète par différenciation d'une cloison qui complète l'étranglement déjà formé. La chromatine est fournie aux nouveaux noyaux par la formation de nouvelles boules chromatiques dans le noyau qui s'accroît en vue de la division prochaine; ces boules seront reparties à peu près également dans les noyaux-fils. Quant au nucléole, il ne se divise pas, mais passe dans un des noyaux formés, l'autre reconstitue un nouveau nucléole en son intérieur.

Les divisions amitotiques du noyau existent pendant toute la durée de la phase de sécrétion cellulaire. Mais le processus de segmentation ne paraît pas atteindre le corps cytoplasmique. Ce dernier continue à manifester son activité en différenciant des filaments ergastoplasmiques dans la région basale, et des boules de graisse dans la zone voisine de la lumière de l'acinus.

Quel est l'aboutissant de ces processus de division directe dans la glande mammaire; l'amitose a-t-elle un pouvoir régénératif ou dégénératif? Tel est le problème qui se pose maintenant.

Nous avons dit plus haut que la division du noyau n'était généralement jamais suivie de la scission du protoplasme. Il n'y a donc pas formation de nouvelles cellules glandulaires au cours de la lactation. Dès que s'établit la sécrétion du lait, la glande mammaire possède son taux normal d'éléments glandulaires. Cependant, il arrive qu'au cours du processus si intense de la lactation, quelques cellules succombent à la tâche. Nous avons signalé certains noyaux d'éléments uninucléés présentant les symptômes de dégénérescence graisseuse. Il est probable que les cellules, ainsi privées de leur noyau, ne tardent pas à dégénérer comme celui-ci. Elles sont alors remplacées par une division directe totale de la cellule voisine. Mais c'est là une rare exception, et il est possible d'affirmer que, si l'amitose peut aboutir occasionnellement à la formation de nouveaux éléments, dans l'immense majorité des cas, elle n'est suivie d'aucune augmentation du nombre des cellules glandulaires.

L'amitose est-elle dégénérative? La cellule dont le noyau s'est divisé amitotiquement est-elle vouée à une mort certaine, immédiate, comme le veulent les uns (Ziegler [1]), ou plus ou moins pro-

1. Ziegler, Die biologische Bedeutung der amitotischen Kerntheilung, *Biol. Centralbl.*, Bd. XI, 1891.

chaine pour d'autres (V. Rath[1]). Ce que nous avons déjà exposé nous permet d'affirmer que l'amitose nucléaire n'est nullement un arrêt de mort pour la cellule mammaire. Chacun de ces éléments possède en général deux ou trois noyaux provenant de divisions indirectes; conformément à cette théorie, il devrait périr dans un délai plus ou moins bref. A ce compte, l'épithélium des culs-de-sac glandulaires aurait rapidement disparu, et ne serait plus remplacé par rien, puisqu'on ne constate jamais de divisions mitotiques seules capables de régénérer. L'intégrité de l'épithélium demeure pendant toute la durée de la lactation, ce qui montre bien que le noyau est capable de se diviser directement un grand nombre de fois sans que pour cela la cellule subisse aucun phénomène de nécrobiose, sans que sa vitalité soit en rien diminuée.

La plupart des histologistes qui ont porté leur examen sur la glande mammaire pendant la période qui précède immédiatement la lactation, sont d'accord pour reconnaître l'existence de divisions mitotiques dans l'épithélium : Coën (11), Steinhaus (12), Duclert (13), Szabò (15), Michaelis (16). Nous n'avons pas eu occasion de vérifier ce fait. Mais, s'il est exact, il en résulte que, contrairement aux assertions de V. Rath, de Bruyne[2], une cellule ayant présenté des phénomènes nucléaires amitotiques est capable de se diviser mitotiquement dans la suite.

Puisque nous ne pouvons attribuer à l'amitose nucléaire une valeur régénérative ni dégénérative, et que ce phénomène coïncide avec le métabolisme sécrétoire si intense des cellules de cet organe, nous sommes amenés à penser qu'il s'agit là d'une manifestation de l'activité du noyau en vue de collaborer à la sécrétion : c'est un phénomène de sécrétion nucléaire. Cette participation à la sécrétion peut s'opérer de deux façons. Le noyau, ainsi dédoublé, occupe une surface plus considérable. Les rapports entre la substance nucléaire et le cytoplasme deviennent plus faciles. Si on admet que le noyau est la partie fondamentale de la cellule, la cellule recevant de celui-ci une impulsion directrice plus énergique verra sa vitalité augmentée.

Il n'est pas rare de constater, dans les éléments en proie à un

1. Vom Rath, Uber den feineren Bau der Drüsenzellen des Kopfes von mediterranea Anilocra in spez. u. den Amitosen frage in Allgemeinen, *Zeitsch. f. Wissensch. Zool.*, Bd. LX, 1895.

2. De Bruyne, *Contrib. à l'étude physiol. de l'Amitose*, Livre jubilaire de Van Bambecke, Bruxelles, 1899.

travail d'élaboration intense, deux ou même plusieurs noyaux. Dans les cellules hépatiques, dans les glandes séreuses, dans l'épididyme et dans un grand nombre d'autres organes, le noyau se divise par amitose.

Mais l'amitose a aussi pour but de fournir les noyaux qui prendront une part directe à la sécrétion par les différents modes que nous avons exposés ci-dessus : par chute directe ou par l'intermédiaire de dégénérescences. C'est l'amitose qui maintient le taux normal des noyaux dans l'épithélium.

Nous pouvons donc assigner à la division directe non pas une valeur régénérative, mais du moins une valeur productive, puisqu'elle fournit, au même titre que le cytoplasme, une partie des composants du lait.

Cytoplasme. — Pendant que le noyau manifeste son activité de la manière que nous venons d'exposer, le cytoplasme ne reste pas inactif. Il différencie une grande partie des produits de sécrétion sous forme de corps gras et de matières albuminoïdes qui se déposent dans la partie voisine de l'alvéole. Mais par quel mécanisme se produit cette élaboration? Tel est le problème qui nous reste à résoudre.

Steinhaus (12), élève d'Altmann, ayant employé la méthode de ce dernier, a mis en évidence, dans le cytoplasme des cellules mammaires en activité, des grains fuchsinophiles qu'il considère comme des bioblastes. Ces grains, petits et sphériques quand l'épithélium est le moins élevé, s'accroissent et changent de forme lorsque la cellule entre dans la phase de sécrétion. Ils s'allongent, deviennent de petits bâtonnets, puis des filaments que Steinhaus compare à des spirilles et à des spirochètes. Ces filaments seraient les supports de l'activité sécrétoire dans la cellule; ils auraient la propriété de retenir les principes constituants de la graisse, d'en faire la synthèse, et servir de substratum sur lequel se déposera la graisse reconstituée. Ces bioblastes se renouvellent par la division de bioblastes déjà existants dans la cellule.

Duclert (13) se rattache à cette conception du mécanisme de la sécrétion lactée.

Les histologistes actuels sont portés à admettre que les différenciations granulaires des cellules en sécrétion sont plutôt le produit de leur activité propre : c'est du deutoplasme (Kupffer) et non la quintessence du protoplasme.

D'autre part, appliquée à la glande mammaire, cette théorie

n'est pas sans reproche. On n'observe jamais de gouttelettes graisseuses dans toute la surface de la cellule, alors que Steinhaus nous la montre entièrement parsemée de granula fuchsinophiles. Pourquoi les grains situés dans le voisinage de la lumière alvéolaire ont-ils seuls la propriété de fournir des globules de graisse, les autres grains étant impuissants à cette élaboration?

De plus, cet aspect granulaire de la cellule est obtenu seulement par la méthode d'Altmann. Les autres modes de fixation et de coloration ne nous ont jamais donné cet aspect, et cependant, leur fidélité est reconnue par l'unanimité des histologistes. Les images obtenues par Steinhaus peuvent être attribuées à cette technique un peu spéciale.

Ce rôle important accordé par Steinhaus aux granula, nous sommes bien plus porté à l'attribuer aux formations filamenteuses que nous avons décrites dans la partie basale des cellules (fig. 1, 2, 7, 8, 9, *e*).

Ces formations ont été déjà signalées dans la glande mammaire. Rauber (5) a remarqué dans le protoplasma des cellules une striation longitudinale qui rappelle fortement le « Stäbchen apparat » des glandes salivaires et du rein. R. Heidenhain (7) dit avoir remarqué cette disposition dans une de ses préparations sans avoir pu la retrouver ultérieurement. Enfin il se peut que les filaments spirochætiformes vus par Steinhaus (12) coïncident avec ces filaments que nous avons observés malgré que nous n'acceptions pas l'explication qu'en donne cet auteur.

Un grand nombre de cellules glandulaires présentent de semblables différenciations, sur lesquelles l'attention des histologistes est attirée depuis peu. Eberth et Muller [1], Van Eecke [2], Mouret [3] dans le pancréas, Solger [4], Erik Muller [5] dans les glandes salivaires, Hammar [6] dans l'épididyme, Zimmermann [7] dans diverses cellules

1. Eberth et Muller, Untersuchungen uber den Pancréas, *Zeitschrift f. wiss. Zool.*, Bd. LIII, Suppl., 1892.
2. Van Eecke, Modifications de la cellule pancréatique pendant la sécrétion, *Arch. de Biologie*, t. XIII, 1895.
3. J. Mouret, Contrib. à l'étude des cellules glandulaires (*Pancréas*), *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, 1895.
4. Solger, Zur Kenntniss der secernirenden Zellen der Gland submaxillaris des Menschen, *Anat. Anzeiger*, Bd. IX, n°s 13 et 14.
5. Erick Muller, Drüsenstudien, II, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, LXIV, 1898.
6. Hammar, Ueber Secretionserscheinungen im Nebenhoden des Hundes, *Arch f. Anat. und Physiol.*, suppl., 1897.
7. Zimmermann, K. W. Beitr. z. Kenntniss einigen Drüsen und Epithelien, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. LII, 1898.

glandulaires, et bien d'autres encore, mettent en évidence la structure nettement filamenteuse de ces divers éléments. Mais M. et P. Bouin [1], Ch. Garnier [2] et M. Prenant [3] ont surtout bien établi le rôle important que jouent ces filaments (appelés filaments ergastoplasmiques par M. et P. Bouin et Ch. Garnier) dans l'élaboration des produits de la cellule. C'est par leur intermédiaire que s'opère la synthèse des produits de sécrétion aux dépens du matériel nutritif puisé dans les liquides de l'organisme.

Cette interprétation s'applique parfaitement à ce que nous observons dans la glande mammaire.

La présence de ces filaments paraît bien liée à l'activité sécrétoire ; on les observe dans tout leur épanouissement au moment où, le métabolisme sécrétoire arrivant à son point culminant, la cellule occupe ses dimensions maximales. Quand la masse de sécrétion est élaborée, ces filaments, devenus inutiles, disparaissent partiellement, s'atrophient, pour donner l'aspect décrit au stade 2.

Lorsque la cellule se reconstruit, l'ergastoplasme s'accroît parallèlement, évoluant ainsi suivant un cycle comparable à celui que nous avons observé dans le corps cellulaire. Ces formations font totalement défaut dans les stades de régression et au repos absolu de la glande.

Les filaments ergastoplasmiques se présentent avec une constance remarquable dans les glandes que nous avons examinées. Leurs caractères sont toujours identiques, quelle que soit la fixation, pourvu qu'on s'adresse aux mêmes stades du cycle sécrétoire. Il ne peut être question d'artifices de préparation, en raison de leur facile mise en évidence par tous les procédés. Les colorants les plus divers sont capables de les teindre facilement et, dans les doubles colorations, ils ont une affinité plus grande pour les teintures basiques ; à tous les stades, ils se colorent comme la chromatine du noyau.

Leur origine paraît être cytoplasmique. Ils se différencient dans l'intérieur du protoplasma de la région basale, sans paraître rece-

1. M. et P. Bouin, Sur la présence de filaments particuliers dans le protoplasme de la cellule-mère du sac embryonnaire des Liliacées, *Bibliographie anatomique*, 1898.

2. Ch. Garnier, *Contribut. à l'étude de la structure et du fonctionnement des cellules glandulaires séreuses*, Thèse de Nancy, 1899.

3. A. Prenant, Sur le protoplasma supérieur, archoplasme, kinoplasme, ergastoplasme, *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1898 et 1899.

voir aucune substance provenant du noyau, dont ils sont toujours séparés par une aire de cytoplasme non différencié.

Leur situation basale est très favorable pour le rôle qui leur paraît dévolu. Très voisins de la membrane basale, ils se trouvent immédiatement sur le passage des substances nutritives qui entourent l'alvéole, et qui pénètrent dans la cellule par osmose. Ces substances arrivent dans la zone basale, sont élaborées, transformées, combinées, et le résultat de cette élaboration, qui est le produit de sécrétion à peu près fini, se dépose dans le cytoplasme non différencié qu'on rencontre dans la région de la cellule voisine de l'alvéole. La région basale est ainsi débarrassée de ce matériel encombrant, qui occupe désormais une situation telle qu'il sera expulsé de la cellule sans causer un trop grand dommage à cette dernière.

Conclusions.

1° La glande mammaire fonctionne pendant la lactation comme les glandes séreuses ;

2° Le noyau participe à la sécrétion en modifiant sa structure intime, en se divisant par amitose et en dégénérant. Toutefois ce dernier processus est peu important et paraît n'être qu'une manifestation de l'usure fonctionnelle ;

3° L'amitose, fréquente dans la glande mammaire, n'est nullement dégénérative, en ce sens qu'elle n'entraîne pas la mort de la cellule ;

4° Le cytoplasme élabore le produit de sécrétion par l'intermédiaire de filaments ergastoplasmiques situés à la région basale.

Index bibliographique.

1. Reinhardt. — Ueber die Entstehung der Körnchenzellen, *Virchow's Archiv*, I, 1847.
2. Kœlliker. — *Eléments d'Histologie*, traduct. M. Sée, Paris, 1868.
3. Virchow. R. — *Pathologie cellulaire*, traduct. P. Picard, Paris, 1866.
4. Kehrer. — Zur Morphologie des Milchcaseïns, *Arch. f. Gynæk.*, 1871.
5. Rauber. — Ueber feineren Bau der Milchdrüse, *Schmidt's Jahrb.*, 1879.
6. Langer. — Art. Milchdrüse, in *Stricker's Handbuch*, 1871.
7. R. Heidenhain. — Art. Milchabsonderung, in *Hermann's Handbuch*, 1883.
8. Nissen. — Ueber das Verhalten der Kerne in den Milchdrüsenzellen, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 26, 1886.
9. Frommel. — Zur Histologie und Physiologie der Milchdrüse, *Deutsche Gesellschaft fur Gynækologie*, 1892.

10. Bizzozero et Vassale. — Ueber die Erzeugung und die physiol. Regeneration der Drüsenzellen bei den Saügethieren, *Virchow's Archiv*, 110, 1887.
11. Coen. — Beitr. z. normalen und patholog. Histologie der Milchdrüse. *Ziegler's Beitr.*, II, 1887.
12. Steinhaus. — Die Morphologie der Milchabsonderung, *Arch. f. Anat. und Physiol.*, 1892.
13. Duclert. — *Étude histologique de la sécrétion lactée*, Thèse, Montpellier, 1893.
14. Benda. — Das Verhältniss der Milchdrüse zu den Hautdrüsen, *Zeitschr. f. prakt. Dermatologie*, 1893.
15. Szabò. — Die Milchdrüse im Ruhestand und während der Thätigkeit, *Arch. f. Anat., w. Entwik.*, 1896.
16. Michaelis. — Beiträge zur Kenntniss der Milchsecretion, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. LI, 1898.
17. Unger. — Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Milchdrüse, *Anat. Hefte*, Bd. X, Heft 2.
18. D. Ottolenghi. — Zur Histologie der thätigen Milchdrüse, *Anat. Anzeiger*, XVIII, 1901.

Explication de la planche.

Les figures ont été dessinées à l'aide de la chambre claire de Nachet, l'image projetée sur la table de travail. Le grossissement est celui qui est fourni par la combinaison des oculaires III et IV, et de l'objectif à immersion homogène 1/12 de Nachet.

Fig. 1. — Cellules mammaires au stade de sécrétion; *n*, Noyaux; *g*, Boules de graisse; *e*, Filaments basaux ergastoplasmiques.

Fig. 2. — Cellules au stade d'excrétion; *n*, Noyaux des cellules; *n'*, Noyau excrété avec le produit de sécrétion *s*; *e*, Filaments ergastoplasmiques.

Fig. 3. — Épithélium de la glande mammaire pendant la phase de régression de cet organe.

Fig. 4, 5, 6. — Phénomènes de dégénérescence chromatique des noyaux; *n*, Noyaux normaux; *n'*, Noyaux dégénérés; *e*, Filaments ergastoplasmiques.

Fig. 7, 8, 9, 10. — Dégénérescence graisseuse de noyaux à différents stades; *n*, Noyaux normaux; *n'*, Noyaux dégénérés; *e*, Filaments ergastoplasmiques; *g*, Gouttelette graisseuse élaborée dans le cytoplasme.

RECHERCHES EMBRYOLOGIQUES

SUR

LES CYCLOCÉPHALIENS

Par Étienne RABAUD

Docteur en médecine et Docteur ès sciences.

(*Suite* [1].)

L'étude qui précède nous a fait assister à la formation d'une crête optique semi-discoïdale, allongée d'avant en arrière, peu épaisse, procédant soit d'une seule invagination, soit d'une invagination double ou dédoublée. Il n'est pas question de chercher à faire dériver la première de la seconde et celle-ci des invaginations indépendantes, dont la description fait l'objet du précédent paragraphe. On n'assiste nullement à un mouvement convergent suivi d'une soudure et de la fonte de la cloison de séparation; on ne voit pas par quel moyen pourrait s'effectuer un tel mouvement, les invaginations une fois produites. L'âge même des divers embryons chez lesquels on observe l'une ou l'autre de ces modalités ne laisse pas place à l'hypothèse d'une union secondaire. Les pédicules indépendants ne sont pas le fait des stades du début, les pédicules doubles constitués par une invagination cloisonnée n'appartiennent pas au stade moyen, les pédicules simples représentés par une invagination à lumière unique ne caractérisent pas le stade ultime. Les unes ou les autres de ces formations se rencontrent indifféremment à tous les âges, elles existent d'emblée; bien plus, s'il fallait établir entre elles un ordre chronologique, j'inclinerais plutôt à penser que le mode cloisonné est précédé par le mode le plus simple. En réalité, cette succession ne correspond pas aux faits; le cloisonne-

1. Voir le numéro de juillet-août, septembre-octobre 1901.

ment paraît être contemporain de l'invagination qu'il dédouble; il se produit au moment même où la dépression commence à s'accuser.

L'invagination simple et l'invagination double représentent donc deux variétés d'un même processus. Toutes deux aboutissent à la formation d'une crête, qui donne exclusivement naissance aux vésicules rétiniennes; ce fait nous conduit à attribuer à cette crête la signification d'un pédicule optique, pédicule en deux parties chez les Cébocéphales, comprenant une partie commune aux deux yeux, le tronc — et deux rameaux secondaires portant chacun un œil. Le tronc commun est une formation diffuse en quelque sorte, puisqu'elle est beaucoup plus étendue que ne le nécessiterait son rôle exclusif.

Ce rôle exclusif permet de rejeter l'hypothèse que ce tronc nerveux est l'homologue d'une vésicule cérébrale incomplètement invaginée. Il est encore d'autres raisons et d'autres faits contraires à cette manière de voir.

On remarquera tout d'abord que l'invagination, latérale ou médiane, ne provient que d'une surface très limitée de la lame cérébrale, de sorte que s'il s'agissait d'un fragment de vésicule normale, ce fragment serait unilatéral ou médian; par suite, d'une façon comme de l'autre, les yeux issus de cette invagination proviendraient tous deux d'une partie de la vésicule qui ne leur donne jamais naissance à l'état normal ou qui, dans tous les cas, ne donne naissance qu'à un seul œil (cas de l'invagination latérale). Il y aurait là une contradiction biologique, si l'on peut ainsi dire, un mélange singulier d'évolution normale et d'évolution nouvelle.

En second lieu, que représenteraient, dans cette hypothèse, les invaginations doubles ou simplement cloisonnées? Sera-ce deux vésicules cérébrales, deux hémisphères se formant d'une façon très précoce? On ne saurait raisonner ainsi sans aboutir à l'absurde.

Les invaginations doubles ou cloisonnées sont évidemment deux pédicules optiques très voisins, coalescents, nés ensemble; l'invagination simple, mais bifurquée, est le cas limite de cette formation double; la duplicité n'y est plus apparente qu'en partie, puisqu'il existe une masse commune renfermant la substance de deux pédicules. D'une part comme de l'autre, l'invagination considérée est simplement une invagination optique, qui procède d'un mode tout spécial d'évolution. Construit sur un mode nouveau, le pédicule

des Cyclocéphaliens n'est pas absolument l'homologue du pédicule normal. On ne saurait s'attendre à retrouver toujours dans les évolutions tératologiques les mêmes processus que dans l'évolution normale.

Nous serons conduits à une conclusion semblable pour ce qui est du troisième mode de formation de ce pédicule.

c. *Invagination antérieure.* — L'invagination optique prend une forme très différente chez un petit nombre de Cyclocéphaliens, aussi bien Cyclopes que Cébocéphales. Au lieu d'être allongée d'avant en arrière et fort étroite transversalement, elle occupe, au contraire, presque toute la largeur de la lame cérébrale, elle est étroite dans le sens antéro-postérieur : si nous supposions les deux formes réunies sur un même embryon, elles seraient perpendiculaires entre elles.

C'est uniquement aux dépens d'une étroite bande antérieure de la lame cérébrale que se produit cette invagination. On distingue parfois les deux lèvres de son orifice en examinant l'embryon entier : ou bien elle apparaît dans toute son étendue sous la forme d'une bande obscure occupant l'extrême avant de la tête; ou bien la partie moyenne des lèvres s'aperçoit difficilement, les deux moitiés semblent être indépendantes l'une de l'autre simulant assez bien l'aspect de deux rétines qui se regarderaient par leur concavité. Cette dernière apparence à pu donner à croire que les yeux des Cébocéphales tournaient l'une vers l'autre leur fente choroïdienne (fig. 4).

Étudiée par le moyen des coupes sériées longitudinales ou transversales, la dépression antérieure se révèle comme étant très nettement infundibuliforme; assez large transversalement à son orifice, elle se rétrécit graduellement jusqu'à n'être plus qu'une cavité tubulaire limitée par des parois de substance nerveuse formant pédicule. Ce pédicule cylindrique se dirige obliquement en bas et en arrière (fig. 17); il se termine en cul-de-sac un peu en avant de la poche de Rathke, sans prendre contact avec l'ectoderme ventral. Non loin de son extrémité libre prennent naissance, chez les Cébocéphales, deux branches latérales d'une certaine longueur destinées à former les rétines, qui viennent se placer de part et d'autre de la ligne médiane. Ces branches latérales ne sont pas toujours le fait d'une bifurcation à proprement parler, l'extrémité même du pédicule restant parfois étrangère à

leur formation et persistant sans produire aucun organe dérivé; le tube lui-même n'en fournit aucun autre.

Je n'ai jamais observé dans ce pédicule aucune trace de dualité apparente ou cachée.

Il va sans dire que la lame cérébrale demeure absolument plane en arrière de l'orifice d'invagination et qu'elle surplombe le pédoncule optique (fig. 17).

Un tel mode de formation a pour résultat de donner naissance à un tronc optique, qui se dirige d'avant en arrière suivant une

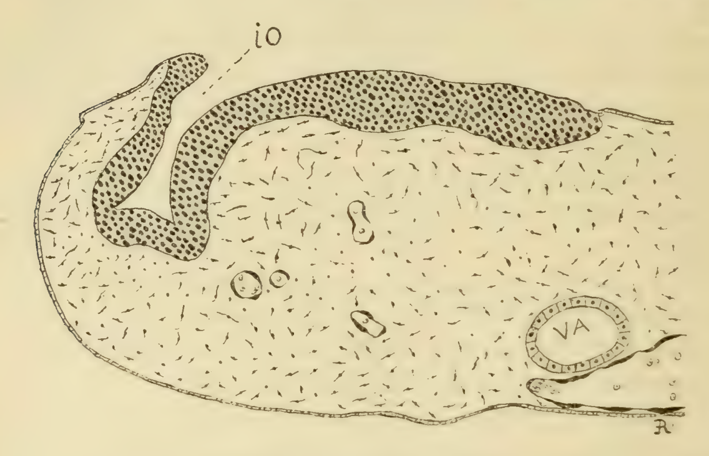


Fig. 17. — Embryon du quatrième jour. Section longitudinale passant par la vésicule auditive d'un côté : — *io*, invagination optique; VA, vésicule auditive.

direction exactement inverse de la direction normale. Les descriptions de Cyclopie adulte rapportées par les auteurs ne signalent aucun fait analogue; nous aurons à discuter ce point et à décider s'il faut voir là un phénomène spécial à l'espèce poule, ou bien une disposition embryonnaire purement transitoire. Dans tous les cas, il importe de remarquer que l'invagination antérieure n'est pas le processus le plus commun : nous l'avons rencontré cinq fois.

Pour les mêmes raisons qui nous ont fait penser que l'invagination longitudinale était une formation optique, nous admettrons que l'invagination antérieure représente un mode tout spécial de dérivation des tissus rétiniens et non pas une vésicule cérébrale partielle. Sa situation particulière à la partie antérieure de la lame cérébrale constitue même une preuve de plus dans ce sens.

d. *Fibres optiques. Chiasma.* — Quel que soit le processus initial qui produise les pédicules optiques, quel que soit également l'aspect individuel de ces pédicules, leurs parois et les tissus qui les constituent ne révèlent aucune irrégularité. Les parois sont très suffisamment épaisses, les éléments nerveux paraissent sains; chez les embryons les plus âgés il est possible de voir apparaître les premières fibres.

Y a-t-il un chiasma? je n'ai pu m'en rendre compte vu l'état peu avancé des différenciations. Toutefois, l'existence d'un chiasma n'est point contradictoire avec les faits observés; le plus souvent même la disposition réciproque des deux pédoncules, accolés l'un à l'autre de si près que l'on ne saurait distinguer leurs limites respectives, implique un échange de fibres. Il en est ainsi, a fortiori lorsque les pédicules ne sont qu'une seule et même masse, dépendant d'une seule et unique invagination.

3. Les noyaux gris. L'hypophyse. L'épiphyse. — a. *Les noyaux gris.* — La lame cérébrale donne naissance à la majeure partie des organes cérébraux ordinaires. Pour ce qui est des noyaux gris — corps striés et couches optiques — il est difficile de donner une description précise. Ces parties du cerveau n'ont point une forme absolument nette; leur apparition est, en outre, assez tardive. En l'absence de toute segmentation de l'axe encéphalique on ne saurait affirmer avec certitude que les ébauches de ces noyaux existent chez les embryons de poulet du quatrième ou du cinquième jour. Cependant, comme le tissu de la lame cérébrale semble poursuivre son évolution histologique normale, on est en droit de présumer que la différenciation de ces noyaux s'effectue ultérieurement.

Je ne saurais insister sur ce point, n'ayant aucun fait positif sur lequel m'appuyer.

b. *L'hypophyse.* — Il n'en est pas de même de l'hypophyse. Celle-ci existe presque constamment en tout ou partie chez les embryons Cyclocéphaliens. Elle est représentée, soit par ses deux ébauches à la fois (c'est le plus grand nombre des cas), soit par l'une d'elles seulement. Toutes deux se montrent très distinctement, grâce à ce fait que l'inflexion céphalique n'est pas encore commencée au troisième jour de l'incubation et qu'elle ne se produit même pas au cinquième jour.

L'ébauche nerveuse de l'hypophyse naît sur la ligne médiane de

la lame cérébrale, au niveau de l'union du tiers moyen et du tiers postérieur de cette lame.

Lorsque la crête optique est provient d'une invagination longitudinale, le bourgeon hypophysaire se trouve à l'extrémité postérieure du léger sillon terminal de l'invagination et semble en être la suite immédiate. La dépression, fort peu marquée à ce moment, s'accuse de nouveau assez brusquement et détermine une tige creuse de tissu nerveux, tige à peu près cylindrique, un



Fig. 18. — Embryon du cinquième jour (section transversale) : — H, infundibulum; R, poche de Rathke.

peu aplatie latéralement et assez longue, qui plonge perpendiculairement vers la face ventrale (fig. 18). Immédiatement en arrière de l'orifice de cet infundibulum, la lame cérébrale redevient plane. (Elle ne tarde pas bientôt après à montrer ses tendances à prendre une disposition normale.)

La corde dorsale débute au-dessous et en arrière du bourgeon de l'hypophyse.

Quand le pédicule optique provient d'une invagination antérieure,

ou quand il existe deux invaginations latérales distinctes, c'est-à-dire quand la lame cérébrale est absolument plane dans presque toute son étendue, l'ébauche hypophysaire se présente avec un aspect très différent. Elle ne mérite plus, en aucune façon, le nom d'infundibulum : c'est un épaississement médian de la lame cérébrale, creusé d'une cavité close de toutes parts, et qui, sur une coupe transversale ou longitudinale, a la forme d'un disque ou d'un triangle. Dans cette dernière éventualité, l'épaississement est comparable à une pyramide triangulaire dont la base répond à la lame cérébrale et le sommet à l'ectoderme ventral. Ajoutons que le bourgeon, bien qu'assez saillant au-dessous de la lame cérébrale, reste cependant très éloigné du plan ventral (fig. 19).

Quelle que soit la forme du bourgeon nerveux, l'ébauche ectodermique — la poche de Rathke — apparaît en regard de lui. La

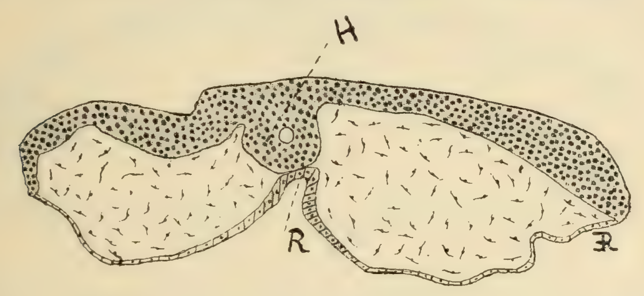


Fig. 19. — Embryon du troisième jour (section transversale) : — H, infundibulum; R, poche de Rathke.

poche de Rathke est une simple invagination de la région médiane de l'ectoderme ventral, située immédiatement en avant de la fossette buccale primitive. Sa profondeur est toujours en raison inverse de la longueur de l'infundibulum — ou de l'épaississement qui en tient lieu.

Lorsque l'infundibulum est, suivant le cas, assez allongé de haut en bas, il traverse presque complètement d'un côté à l'autre toute l'épaisseur de la tête : la poche de Rathke est alors peu profonde. S'il arrive que l'infundibulum demeure éloigné du plan ectodermique ventral, la poche de Rathke gagne vers le haut pour aller à la rencontre de l'infundibulum.

Il en est encore ainsi lorsque l'ébauche nerveuse de l'hypophyse est représentée par un épaississement relativement peu saillant de la lame cérébrale.

D'une façon comme de l'autre, il s'établit donc un phénomène de corrélation non douteux, qui attire le bourgeon nerveux vers le bourgeon ectodermique — ou inversement. Par tous les moyens, le contact entre l'infundibulum et la poche de Rathke se fait d'une manière absolument intime, sans interposition d'aucun élément mésodermique.

Kuppfer[1] et Valenti[2], reprenant des idées anciennement émises, ont avancé que le feuillet interne prenait part à la constitution de l'hypophyse définitive par l'intermédiaire d'une évagination de l'intestin céphalique, la poche de Seessel. Au dire de ces auteurs,

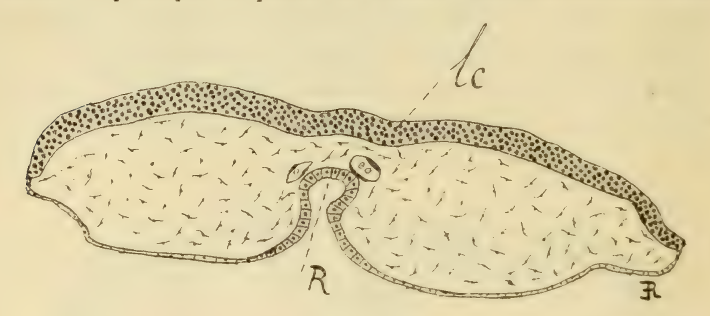


Fig. 20. — Section transversale en arrière de la précédente : — l'infundibulum est terminé, la poche de Rathke R est encore marquée; *lc*, lame cérébrale.

le tissu nerveux et le tissu endodermique viendraient s'accoler l'un à l'autre.

L'endoderme n'intervient pas chez les Cyclocéphaliens; la poche de Seessel se trouve toujours située à une certaine distance de l'infundibulum, elle en est tenue éloignée par l'interposition d'une épaisseur notable du tissu conjonctif embryonnaire; l'ébauche cérébrale de l'hypophyse ne surplombe même pas l'intestin céphalique, elle se trouve un peu en avant de lui. Les figures 20 et 21 montrent que cette ébauche cérébrale est terminée, bien avant que la poche de Rathke ait elle-même disparu; or, la poche de Seessel vient buter contre la partie postérieure de la poche de Rathke.

En définitive, l'indépendance des tissus nerveux et endodermique est toujours absolue.

Ce mode de formation de l'hypophyse aux dépens de deux

1. Kuppfer, Die Deutung des Hirnhanges, *Sitz. d. Ges. für Morph. und Phys.* in München, 1894.
2. Valenti, Sullo svilluppo dell'Ipofisi, *Acad. médico-chirurg. di Perugia*, 1894.

ébauches seulement n'est pas spéciale aux poulets Cyclocéphaliens. C'est également celui que G. Saint-Rémy[1] a observé chez les poulets normaux. Toutefois, Saint-Rémy décrit une communication passagère entre la poche de Seessel et la poche de Rathke; je n'ai pu retrouver, pour ma part, le même fait, soit que cette communication ne se produise pas chez les Cyclopes, soit que, extrêmement fugitive, elle ait été déjà obstruée ou qu'elle ne se fût pas encore ouverte chez les individus soumis à mon examen. J'ai seulement pu constater, avec toute l'évidence désirable, des relations de continuité entre la poche de Seessel et l'extrémité antérieure de la corde dorsale. Celle-ci se montre sur les coupes en même temps que la

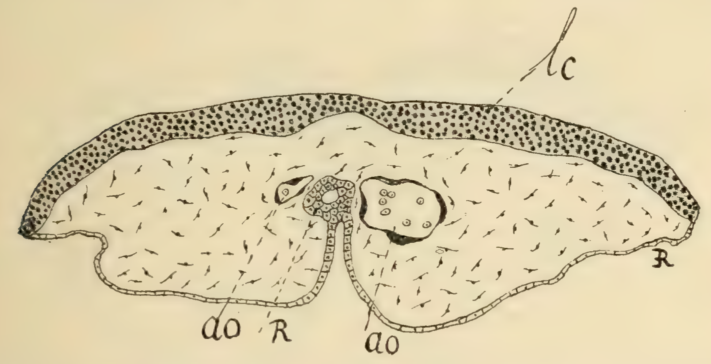


Fig. 21. — Section transversale en arrière de la précédente; elle montre la fin de la poche de Rathke R. La poche de Séessel se montrerait sur les coupes suivantes : — *lc*, lame cérébrale; *ao*, aorte.

poche pharyngienne, si elle la dépasse, ce n'est que de fort peu; elle reste, dans tout les cas, toujours fort éloignée de la poche de Rathke[2].

1. G. Saint-Rémy, Sur la signification morphologique de la poche pharyngienne de Seessel, *Société de Biol.*, 1895.

2. J'ai indiqué ailleurs (*Les formations hypophysaires chez les Cyclopes*, *Soc. de Biol.*, 7 juillet 1900) que la disposition rectiligne des embryons cyclopes permet de se rendre compte de la valeur des diverses théories proposées pour expliquer la formation de la poche hypophysaire. L'indépendance de cette poche et de la corde dorsale ne permet pas de s'arrêter à la manière de voir de Romiti, qui admet que la corde, adhérente à l'ectoderme, exerce une traction sous l'effort de laquelle le feuillet externe se soulève et s'allonge progressivement. On ne peut davantage croire que la formation de cette poche est déterminée par l'inflexion du cerveau, qui, s'abaissant sur la fossette buccale, en rétrécit la région postéro-dorsale pour en faire un diverticule de la portion principale. Il n'y a pas de flexion céphalique chez les Cyclopes du troisième jour et la poche de Rathke existe cependant. Nous devons donc penser que cette poche est une invagination active de l'ectoderme. La production de cette invagination, comme je l'ai indiqué tout à l'heure, est en corrélation manifeste avec la production de l'infundibulum. La cause vraie de ces phénomènes nous échappe pour l'instant de la façon la plus complète.

e. *L'épiphyse.* — Saint-Rémy[1] a décrit chez un Cébocéphale deux paires de bourgeons nerveux, qui occupent les bords externes de la lame cérébrale. Ces bourgeons sont situés dans la région du cerveau intermédiaire, leur forme est sphérique, ils sont creusés d'une petite cavité centrale. Les bourgeons de la première paire (antérieure) sont plus volumineux que ceux de la seconde (postérieure). Sur les préparations la paire antérieure correspond à la partie postérieure des yeux, la paire postérieure est un peu plus en arrière, de part et d'autres des ébauches hypophysaires.

S'appuyant sur les recherches de Locy (Sélaciens et Poulet),

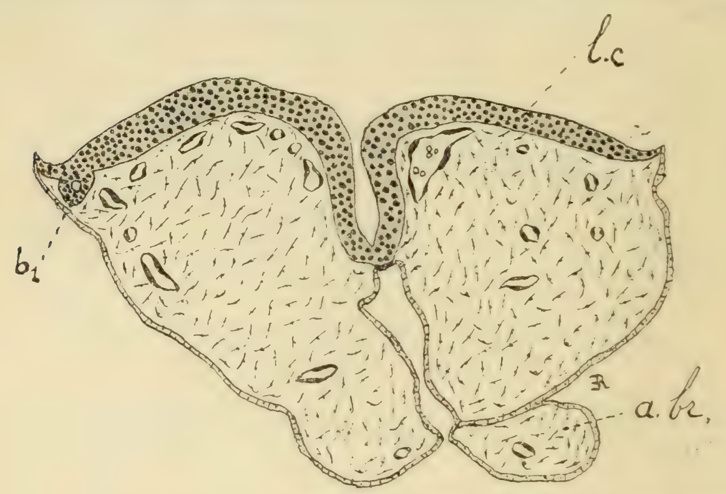


Fig. 22. — Embryon de la fin du troisième jour (d'après G. Saint-Rémy); coupe passant un peu au-dessus des yeux; elle est un peu oblique et ne montre qu'un seul des deux bourgeons de la deuxième paire b_1 : — *abr*, arc branchial; *lc*, lame cérébrale.

considérant la situation de ces bourgeons et l'époque de leur apparition, Saint-Rémy croit pouvoir les rattacher aux formations pinéales et paraphysaires. La parité de ces bourgeons normalement impairs serait due à la disposition spéciale de l'encéphale.

J'admets très volontiers l'interprétation de Saint-Rémy. Ses préparations sont très explicites (fig. 22 et 23); les bourgeons qu'il décrit ne sauraient être confondus avec des replis ou des productions kystiques sans intérêt. Je fais simplement des réserves sur la

1. G. Saint-Rémy, Ébauches épiphysaires et paraphysaires paires chez un embryon de poulet monstrueux, *Bibliographie anatomique*, mai-juin 1897. — Je tiens à remercier tout spécialement M. G. Saint-Rémy, qui a eu l'extrême obligeance de me communiquer et de m'abandonner ses très intéressantes préparations. Je lui en exprime ma vive reconnaissance.

cause qui provoque l'apparition de bourgeons pairs en lieu et place des bourgeons impairs habituels.

Quoiqu'il en soit, ces ébauches doivent être extrêmement rares chez les Cyclocéphaliens. Bien que mon attention ait été tout spécialement attirée sur elles, c'est tout au plus si dans un cas j'ai observé une paire, mais une seule paire, de bourgeons vésiculeux, qui ressemblaient assez nettement à ceux dont il vient d'être question. Ils avaient des contours analogues, l'un d'eux, celui de droite, était une véritable invagination, ils dépendaient, comme ceux de Saint-Rémy, du cerveau intermédiaire et je ne crois pas qu'ils puissent être considérés comme des involutions accidentelles de la lame cérébrale (voir la fig. 14 *ep.*). Cette observation et celle de Saint-Rémy

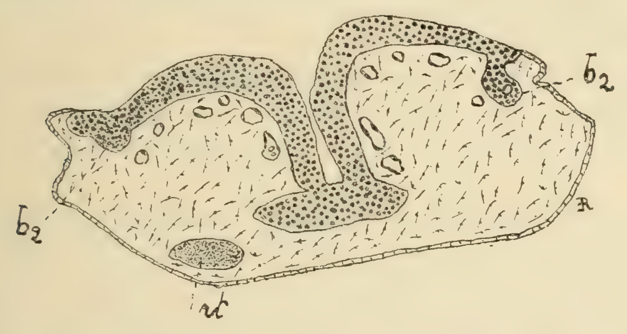


Fig. 23. — Coupe passant en avant de la précédente et intéressant l'insertion des pédicules optiques ainsi que la partie inférieure de l'œil gauche *rt.* — b_2, première paire de bourgeons. (D'après G. Saint-Rémy.)

seraient donc actuellement les seules sur lesquelles il soit permis de faire fonds.

Avec elles, nous terminons l'étude des dérivés immédiats de la lame cérébrale. Il nous reste peu de chose à ajouter pour terminer ce qui a trait à son système nerveux central.

II. — LE BULBE ET LA MOELLE

Le plus ordinairement, comme nous l'avons vu, la lame cérébrale ne s'étend pas au delà de la région correspondant au cerveau moyen. Dès la limite postérieure du cerveau intermédiaire on constate déjà que les parties latérales de la lame diminuent d'importance, tandis que la partie centrale se déprime progressivement. La dépression s'approfondit, puis elle se ferme suivant le mode habi-

tuel. Par une transition ménagée, mais cependant assez rapide, la disposition en lame est remplacée par la disposition normale : je n'ai jamais vu le bulbe étalé en surface, toujours au contraire avec l'aspect régulier, autant par sa forme que par ses dimensions et l'état histologique de ses éléments. Chez les embryons les plus âgés, le bulbe est entièrement fermé; il est flanqué, de part et d'autre, des vésicules auditives.

La moelle, dans son ensemble ne présente aucune modification pouvant être considérée comme corrélative de la Cyclocéphalie. Elle est normale dans toute sa longueur chez le plus grand nombre des sujets. Quelquefois, cependant, on voit réapparaître, en une région quelconque et sur une étendue variable, la disposition en lame caractéristique des régions cérébrales. Ce n'est point un phénomène constant.

L'évolution de la moelle doit être considérée comme régulière à tous les points de vue; elle donne naissance aux ganglions rachidiens; rien, en un mot, ne révèle une atteinte tératologique.

Les descriptipns qui précèdent nous permettent de comprendre l'aspect extérieur des embryons cyclocéphaliens. Nous avons dit que la moelle épinière apparaissait toujours nettement et que le tissu nerveux, perdant au niveau de l'encéphale ses contours précis, semblait s'étaler sur la surface dorsale de la tête. Ce aspect extérieur n'est que la traduction de la réalité : on aperçoit la gouttière ou le tube médullaire rectiligne dans toute sa longueur; vers la région du bulbe, la gouttière s'étale pour devenir la lame cérébrale, qui envahit effectivement, comme nous venons de le voir, l'ectoderme céphalique dorsal dans son entier. En même temps, on se rend compte que les embryons cyclocéphaliens, même ceux du cinquième jour, sont absolument rectilignes; les courbures cérébrales ne sont même pas ébauchées, l'embryon est encore couché sur la face ventrale. Cependant il n'est pas rare que le retournement soit déjà marqué, mais alors il commence par la moelle, il n'intéresse pas encore la tête, même au cinquième jour.

CHAPITRE III

Les formations Oculaires.

Dans le chapitre précédent nous avons longuement étudié les modes de formation et les dispositions diverses du pédicule optique. Nous avons vu que le pédicule peut résulter indifféremment de trois processus principaux, mais que, dans tous les cas, il se dirige vers la face ventrale de l'embryon.

Lorsque ce pédicule est simple, son extrémité libre se bifurque et chacune des branches, se dilatant, donne naissance à une vésicule optique primitive (fig. 10). Lorsque les deux pédicules sont distincts, chacun d'eux produit séparément une vésicule (fig. 8 et 9). Dans le premier cas l'angle de bifurcation est assez variable : sa limite supérieure ne dépasse pas 180°, sa limite inférieure est très voisine de zéro. Ces mesures n'ont qu'un intérêt très secondaire ; il est beaucoup plus important de noter que les rétines ne viennent pas se mettre au contact de l'ectoderme latéral, mais qu'elles se rapprochent constamment de l'ectoderme ventral. Ce phénomène s'explique par la situation des pédicules d'origine, qui se développent de bas en haut et non point dans le sens transversal comme dans l'ontogénèse normale. Ce qui paraît beaucoup singulier, c'est que le cristallin vient toujours se former en regard des rétines déplacées. naissant vis-à-vis d'elles aux dépens d'une surface ectodermique qui n'est point habituée à les fournir. Ainsi que je l'ai fait remarquer ailleurs [1], il semble que la rétine exerce sur le feuillet interne une véritable influence et détermine la différenciation de la lentille. Nous signalerons des exemples très précis de ce phénomène.

L'étude de la formation des yeux des Cyclocéphaliens ne peut se borner à quelques indications générales. La question est complexe ; elle nécessite de notre part un examen détaillé, si nous voulons avoir la clef des divers aspects observés chez les individus adultes. Nous passerons successivement en revue :

Les embryons à deux yeux indépendants ;

Les embryons à œil double ;

Les embryons à un seul œil.

1. Étienne Rabaud, Du rôle de l'amnios dans les déplacements oculaires, *Société de Biologie*, 31 mars 1900.

1. Embryons a deux yeux indépendants. — Les embryons pourvus de deux yeux indépendants appartiennent aux genres *Cébocéphales* et *Ethmocéphales* de la classification d'Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire. Il ne m'a pas été possible de distinguer les individus du premier genre de ceux du second, le caractère qui les sépare — la trompe — n'existe pas encore au cinquième jour. Du reste, comme je l'ai précédemment indiqué, ce caractère me paraît dénué d'importance, je n'ai trouvé chez mes embryons aucune marque précise permettant d'établir entre eux une différence légitime; tous présentent des dispositions générales semblables, les modifications les plus importantes ont trait au degré d'écartement des yeux.

Les deux yeux, regardant la face ventrale, sont sensiblement situés sur un même plan transversal. S'il arrive que l'un se trouve en avant de l'autre, la distance longitudinale qui les sépare est à peine appréciable. Le pédicule qui les porte est indifféremment un pédicule simple bifurqué à son extrémité libre, ou un pédicule dont la dualité est plus ou moins apparente. Nous savons qu'on ne saurait établir de filiation entre les uns et les autres et dire que le pédicule simple résulte de la fusion de deux pédicules, que cette fusion se manifeste par les pédicules en partie double. Nous avons montré, dans le précédent chapitre, que l'une ou l'autre forme existe d'emblée aux stades les plus jeunes ou persiste encore aux stades avancés. Nous allons voir maintenant, qu'il n'y a pas la moindre relation à établir entre la constitution du pédicule et le degré d'écartement des deux yeux. Ces faits demandent à être mis en évidence avec toute la netteté possible, car ils sont en opposition avec la doctrine régnante de l'union des parties similaires quel que soit le nom ou l'interprétation qu'on lui donne.

La distance qui sépare les deux yeux est extrêmement variable (fig. 24 et 26); parfois elle est telle, que chaque œil est reporté aux confins latéraux de la face ventrale; — parfois, au contraire, les deux organes visuels, tout en restant respectivement situés de part et d'autre de la ligne médiane et sans entrer en contact, sont extrêmement voisins. Ces variations d'écart sont évidemment en rapport avec l'existence d'une orbite double ou de deux orbites distinctes; nous reviendrons sur ce point. Pour l'instant, il importe de faire remarquer qu'on ne saurait mettre en série convergente les embryons dont les yeux sont de plus en plus rapprochés. Non seulement on ne constate aucune force extérieure capable de diminuer

le degré d'écart entre les deux rétines et de les mettre en contact, mais encore il ne semble y avoir aucune force interne déterminant cette diminution progressive de l'écart. Les globes oculaires occupent d'emblée leur situation, d'emblée ils sont très voisins, ou d'emblée ils sont très écartés. En outre l'état des pédicules optiques n'est pas, nous l'avons dit, corrélatif de l'une ou de l'autre situation : un pédicule unique peut coïncider avec deux rétines très éloignées l'une de l'autre, un pédicule double avec deux rétines très rapprochées. Or, s'il devait se produire une fusion secondaire, la fusion des pédicules devrait, semble-t-il, marcher de pair avec celle des yeux, sinon même la précéder. Au surplus, il n'est pas admissible que deux yeux extrêmement voisins chez des individus à peine âgés de trois jours, aient été très distants l'une de l'autre quelques heures auparavant. Rien n'expliquerait un cheminement aussi rapide; on n'en voit d'ailleurs pas la trace. La disposition du pédicule optique, perpendiculaire sur le plan ventral, le mode de bifurcation de ce pédicule, suffisent à prouver que l'écart observé est un écart primitif — quelle que soit la mesure de cet écart. Tout le phénomène réside, en somme, dans le degré de l'angle de bifurcation des pédicules secondaires. Aucun élément ne nous permet d'apprécier la cause qui provoque tel angle plutôt que tel autre.

Ces faits, et l'interprétation qu'ils imposent, ne sont point en faveur de la théorie de l'union des parties similaires.

Cela posé les yeux considérés en eux-mêmes présentent à l'étude quelques détails intéressants :

L'insertion du pédicule optique sur la rétine se fait en dedans et en bas.

L'orifice rétinien de chacun des deux yeux (*fentes choroïdiennes*) regarde directement la face ventrale; il est obturé par le cristallin. Il suit de là que les yeux tournent l'un vers l'autre leur face interne (fig. 24) et non point la « fente choroïdienne », ainsi que l'a admis Dareste trompé par des apparences extérieures; je me suis expliqué plus haut sur ce fait.

L'état histologique des rétines correspond point pour point à l'état ordinaire des rétines d'embryons normaux du même âge; ces rétines sont constituées par des éléments cellulaires fusiformes, peu allongés et munis d'un volumineux noyau.

La paroi externe de la rétine est dépourvue de pigmentation, même au cinquième jour. Il s'agit là, sans nul doute, d'une différen-

ciation retardée, c'est-à-dire d'un phénomène transitoire, purement embryonnaire, qui n'a sur l'adulte aucune répercussion grave.

Les deux rétines sont en général de volume égal; parfois, cependant, l'une d'elles est plus volumineuse que l'autre (fig. 25).

A côté de ces rétines normalement constituées, il s'en trouve quelques-unes dont le tissu paraît subir un arrêt de développement plus ou moins accentué; elles sont petites, leurs parois, minces, renferment un petit nombre d'éléments. Ces altérations sont en général symétriques, mais parfois plus accentuées d'un côté que de l'autre (fig. 26).

Le cristallin, lorsqu'il existe, possède une conformation anato-



Fig. 24. — Embryon du quatrième jour; section transversale faisant suite aux figures 12, 13 et 14 et passant par les deux yeux bien conformés.

mique et une structure histologique parfaitement normales: je ne l'ai jamais vu mal formé. Son absence complète est relativement fréquente, fait qui ne saurait nous surprendre, que l'on doit même considérer comme logique : il est en effet beaucoup plus singulier de voir le cristallin se différencier aux dépens de l'ectoderme ventral que de constater son absence dans de telles conditions. Quand il ne se différencie point en regard de la rétine, il ne se différencie nulle part ailleurs [1].

1. Lorsque le cristallin est absent, la rétine n'en a pas moins sa forme ordinaire, (voy. fig. 26 et 28). C'est dire que la vésicule primitive s'est invaginée, tout comme si elle avait été refoulée par le cristallin. Il ne semble donc pas que le processus de l'invagination rétinienne soit un processus d'ordre mécanique, comme on le pense généralement. A la vérité, il est toujours facile de dire que ce phénomène tératologique reconnait pour cause une influence héréditaire.

Pour ce qui concerne les annexes de l'œil, muscles, paupières, nerfs, je ne possède aucun renseignement positif. Il me paraît possible, cependant, de faire à leur sujet quelques inductions. Ces inductions nous seront facilitées par les connaissances que nous retirerons de la suite de cet exposé.

2. Embryons a un seul œil. — Nous venons de montrer que les yeux des embryons Cyclocéphaliens, Cébocéphales ou Ethmocéphales, ne trahissent aucune tendance à converger l'un vers l'autre pour se souder et se confondre à des degrés divers; cette tendance

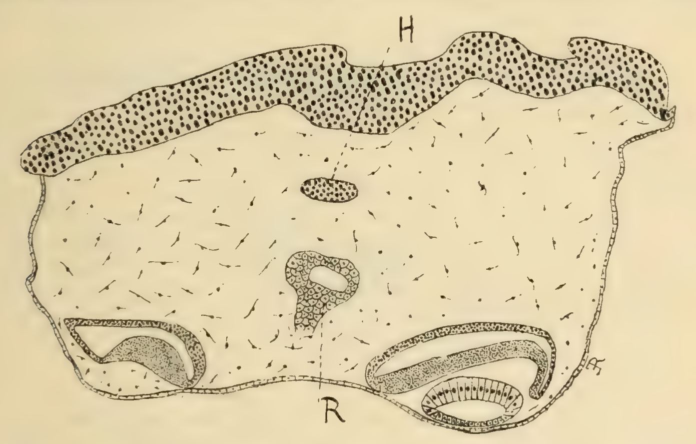


Fig. 25. — Embryon du quatrième jour (section transversale) : — H, infundibulum; R, poche de Rathke.

n'existe dans aucun cas, quelle que soit la forme et la constitution du pédicule optique. Ces constatations seraient insuffisantes, s'il ne s'en trouvait d'autres, démontrant que la confluence et la coalescence des deux yeux, grâce à l'intervention de l'union des parties similaires, sont inutiles pour provoquer l'apparition d'un œil unique, que cet œil soit réellement simple ou renferme les éléments de deux yeux.

Étudions d'abord le premier cas.

On peut poser en principe que chez les Cyclopes proprement dits, pourvus d'un seul œil « paraissant » simple, *il se forme toujours deux ébauches rétiniennes*. Seulement, par l'effet de causes non encore déterminées, l'une de ces ébauches cesse de se développer, soit qu'elle subisse un simple arrêt de développement ou de croissance, soit qu'elle devienne ultérieurement le siège de phé-

nomènes régressifs. C'est ce que l'on observe constamment chez les individus dont le pédicule s'était constitué par l'un des deux modes d'invagination unique précédemment décrits.

Ainsi que cela se produit chez les Cyclocéphaliens dont les deux yeux sont distincts, l'extrémité libre de la crête optique des sujets pourvus d'un seul œil se bifurque en deux pédicules secondaires. Dans le cas particulier d'individus à un seul œil, les deux pédicules sont de longueur et de volume inégaux, l'un des deux paraissant être la continuation directe du pédicule principal (fig. 27 et 28). Le degré de l'angle de bifurcation varie, comme toujours, dans une

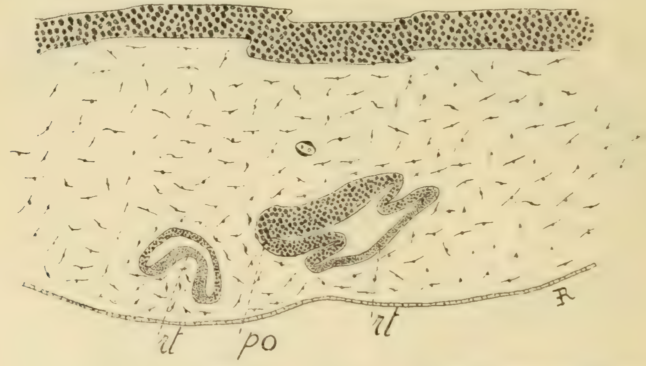


Fig. 26. — Embryon du quatrième jour montrant des rétines atrophiques (section transversale) : — *rt*, rétine ; *po*, pédicule optique.

large mesure d'un individu à l'autre : il peut être virtuel ou très considérable.

Des deux branches de bifurcation, une seule porte une rétine bien développée, nettement invaginée, transformée en cupule à deux feuillets. Cette rétine tombe directement sur le plan de l'ectoderme ventral, elle vient occuper la ligne médiane coiffant un cristallin né directement de l'ectoderme sous-jacent. Constitué de la sorte, cet œil ne diffère d'un œil normal du même âge que par l'absence de pigment, son volume n'est pas sensiblement augmenté, sa forme générale est celle d'un œil ordinaire. Le cristallin lui-même, lorsqu'il existe, n'est en aucune façon modifié.

L'examen histologique ne révèle, ni dans le cristallin ni dans la rétine, aucune variation apparente.

Le second pédicule (fig. 27), généralement grêle, est de jeté sur le côté ; il est donc oblique sur le plan ventral, mais il ne descend

pas jusque sur ce plan, demeurant au contraire très haut, en pleins tissus céphaliques. Son extrémité libre se dilate légèrement en une vésicule optique de petites dimensions, discoïdale sur les coupes, et creusée au centre d'une lumière à très petit diamètre.

Chez aucun des sujets soumis à mon examen je n'ai vu cette vésicule marquer la moindre tendance à s'invaginer pour prendre l'aspect d'une rétine à deux feuillets, aussi petite fût-elle.

Les faits sont les mêmes dans tous les cas; les variations individuelles n'altèrent le processus ni dans son essence, ni dans ses détails principaux, elles portent seulement sur la forme générale de la masse abortive, le diamètre de sa cavité centrale, ou la lon-

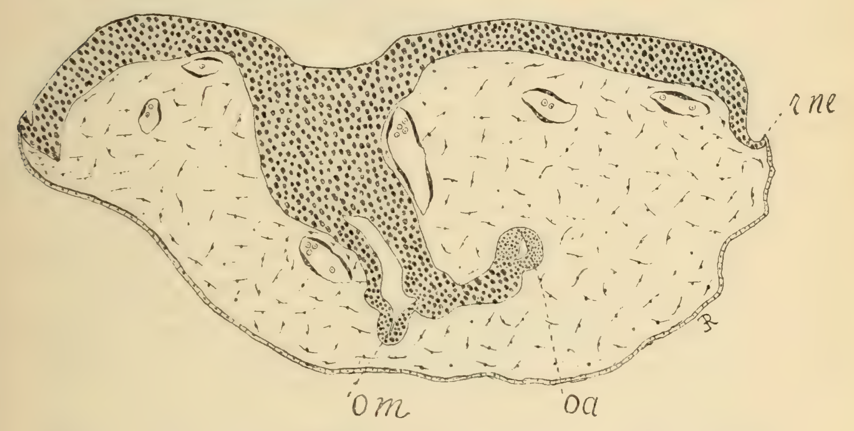


Fig. 27. — Embryon du quatrième jour (section transversale) : — *oa*, rétine avortée; *om*, pédicule de la rétine développée; *rne*, repli neuro-épithélial.

gueur de son pédicule. Celui-ci peut être assez court; la vésicule est alors presque sessile, paraissant n'être qu'une dilatation du tronc principal.

L'assimilation de cette parcelle de tissu nerveux avec une rétine abortive ne saurait faire aucun doute. Cette assimilation s'impose, tant par la situation de la vésicule sur le tronc optique commun que par son mode de dérivation en tout semblable à celui de la rétine complètement développée. On doit simplement se demander si cette rétine abortive, frappée d'un arrêt de croissance ou de développement, est destinée à subir une dégénérescence ultérieure.

Rien n'indique qu'elle ait évolué jusqu'à un stade avancé pour tomber ensuite en dégénérescence. Elle possède, en effet, la forme initiale et les dimensions d'une vésicule optique primitive; de plus,

elle existe en cet état aussi bien chez les embryons de trois jours que chez ceux de quatre ou cinq jours; on est en droit d'affirmer qu'elle n'est pas devenue le siège d'un processus de désintégration.

Au contraire, l'aspect normal de son tissu, le fait de sa situation latérale par rapport à l'œil développé, la situation médiane de ce dernier, tout, en un mot, concorde pour montrer qu'il y a, dès le principe, une simple inégalité de croissance. L'une des rétines grandit peu à peu pour atteindre les dimensions adultes, l'autre croît

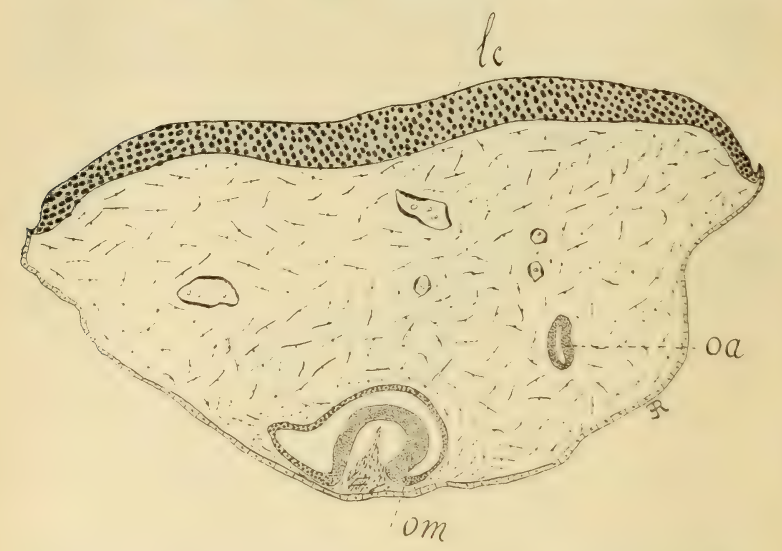


Fig. 28. — Section transversale en arrière de la précédente, montrant l'œil développé *om* dans sa situation médiane; les restes de la rétine avortée *oa* dans l'épaisseur du mésoderme; *lc*, lame cérébrale.

à peine, tandis que son tissu continue de vivre et paraît même susceptible d'acquérir la structure définitive. En l'état jeune où nous la voyons, elle a subi un simple arrêt de croissance; il est possible que plus tard elle cesse de se différencier; alors, frappée d'un arrêt de développement, elle deviendrait probablement la proie d'une dégénérescence complète.

J'ai dit que l'existence d'une rétine abortive est la règle générale des Cyclopes pourvus d'un seul œil « paraissant simple » suivant l'expression d'Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire. Cette assertion est, à mon sens, l'expression même de la vérité; l'apparente exception que je dois maintenant signaler ne me semble pas de nature à infirmer la règle.

Il s'agit d'un individu chez lequel il ne m'a pas été possible de discerner la rétine rudimentaire. Mais la seule rétine existant, petite et à parois minces, était elle-même atteinte d'un ralentissement de croissance. La crête optique, de son côté semblait également subir une action morbide. Dès lors, une influence défavorable s'exerçant sur l'ensemble des formations optiques, on ne saurait s'étonner que la rétine destinée à stationner aux phases initiales fasse complètement défaut. Dans ce fait particulier, il n'est pas possible de voir une variation évolutive, mais simplement la marque d'une intervention pathologique, intervention qui porte à la fois sur la rétine et sur le cristallin : ce dernier est lui aussi petit et peu développé histologiquement.

Les phénomènes corrélatifs entre la rétine et le cristallin, sur lesquels j'ai précédemment attiré l'attention, se manifestent en certaines circonstances de la façon la plus curieuse et aussi la plus instructive.

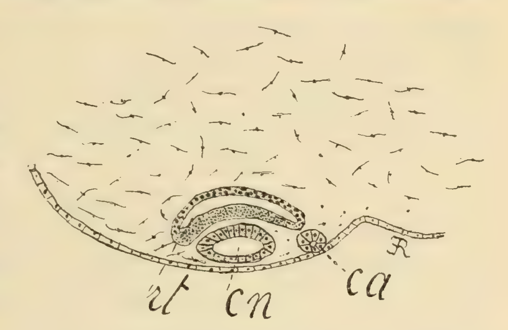


Fig. 29. — Embryon du quatrième jour : — *rt*, partie postérieure de l'unique rétine développée ; *cn*, partie postérieure du cristallin correspondant à cette rétine ; *ca*, cristallin correspondant à la rétine avortée.

En regard de la rétine unique, atrophique, du sujet qui a fourni la fig. 29, se trouvent deux lentilles juxtaposées côte à côte, toutes deux bien constituées, l'une plus volumineuse que l'autre. La rétine qui les coiffe est manifestemeut plus large qu'à l'ordinaire, non parce que sa substance est plus abondante — elle est au contraire manifestement réduite — mais parce que son diamètre transversal s'est allongé aux dépens du diamètre vertical : l'organe est très aplati de haut en bas. Des deux cristallins, un seul coïncide avec elle (toutefois il coïncide mal, il la déborde en arrière), le second très petit en est presque indépendant.

Il ne paraît pas douteux que ce dernier se soit différencié corrélativement à la rétine abortive, qui, elle, ne s'est point dégagé nettement du pédicule d'origine. Cette conclusion est en accord avec les divers faits du même ordre que nous avons déjà rencontré ;

il les éclaire peut-être même, car il tend à montrer que la nature de l'influence qui s'exerce d'un organe sur l'autre tient beaucoup plus aux phénomènes intimes, héréditaires, de l'ontogénèse, qu'à une action de voisinage comparable, jusqu'à un certain point, à une action mécanique.

Le seul exemple de ce genre que nous ayons rencontré est anormal, si l'on peut ainsi dire, en ce sens que l'unique formation rétinienne bien développée, n'occupe pas, vis-à-vis de son cristallin, sa situation habituelle physiologiquement utile. Il est permis de penser, comme nous le verrons, que la dualité cristallinienne coïncidant avec une rétine unique, peut se produire d'une façon plus régulière, telle que l'une des lentilles au moins, sinon les deux à la fois, se trouve exactement en regard de l'unique rétine. Celle-ci, d'ailleurs, dans le cas actuel, s'est élargie en s'aplatissant, elle est par conséquent assez étendue pour recouvrir l'un et l'autre cristallin.

En définitive, il semblerait bien que nous soyons en présence de deux actions corrélatives presque synchrones : la première, entre la rétine abortive et le cristallin accessoire, détermine l'apparition de ce dernier; la seconde a pour effet de soumettre ce cristallin accessoire à l'influence de la rétine développée et de rapprocher les deux organes l'un de l'autre. Il est possible aussi — et cette autre hypothèse serait plus aisément explicable —, il est possible que l'action corrélative entraînant la différenciation du second cristallin en un lieu déterminé, soit dirigée, non pas directement par l'influence de la rétine développée, mais par la différenciation du premier cristallin. En d'autres termes, étant donné les relations entre la rétine abortive et sa lentille, les transformations histogéniques dont cette lentille est le résultat se produiraient plus facilement dans une zone donnée, dont un certain nombre d'éléments ont déjà pris part à ces transformations, plutôt que dans toute autre zone; le phénomène poussé dans ses dernières limites aboutirait à la constitution d'un seul cristallin volumineux bilobé ou non. Dans cette hypothèse, l'action de la rétine développée n'entrerait en jeu que parce qu'elle a déjà provoqué la naissance du premier cristallin, ici plutôt que là.

Au demeurant, l'essence même de l'action corrélative échappe complètement à nos moyens actuels d'investigation [1].

1. Il est inutile d'ajouter que le cristallin manque chez certains individus. C'est là une remarque d'ordre général dans tout ce chapitre; c'est d'ailleurs le cas de la figure 28.

3. Embryons a œil double. — L'histoire de la formation de l'œil unique chez les Cyclocéphaliens est complétée de la façon la plus heureuse, et définitivement éclairée par l'étude des embryons du dernier groupe. Cette étude, elle aussi, nous montrera qu'il n'y a jamais union de deux yeux primitivement indépendants; que la formation d'un œil avec la substance de deux yeux est due à un processus de non séparation, au lieu d'être due à un processus de fusion.

L'examen des embryons appartenant à ce troisième groupe ne révèle, dès l'abord, qu'un seul œil ventral et médian, semblable en apparence à l'œil unique des embryons du groupe précédent. Un certain nombre de différences attirent cependant l'attention : on ne retrouve point les traces du second œil, on ne reconnaît même pas l'indice d'une bifurcation du pédicule. Quant au pédicule lui-même il ne présente aucun détail particulier.

En présence de ces faits, on est entraîné à penser que la règle établie précédemment souffre de véritables exceptions, qu'il n'y a pas toujours deux rétines, l'une d'elles étant abortive chez les Cyclocéphaliens dont l'œil paraît être simple. Cela n'aurait pas lieu de surprendre.

Il est cependant un détail qui prend une importance singulière, lorsqu'il est mis en opposition avec les constatations négatives précédentes; ce détail intéresse la membrane visuelle. Celle-ci ne possède point la forme ordinaire (fig. 30, 31 et 32), ce n'est plus la cupule à configuration régulière, constituée par deux calottes à contours sphériques inscrites l'une dans l'autre et accolées sur toute leur étendue. Seule, la lame externe de cette rétine a la disposition habituelle en demi-sphère et le diamètre de la circonférence qu'elle détermine est plus grand qu'à l'ordinaire. Quant à la lame interne, la lame rétinienne proprement dite, au lieu de suivre de très près la courbe de la première, elle se détache d'elle en un point de son parcours pour former un repli de longueur variable, perpendiculaire sur le plan ventral de l'embryon et allongé dans le sens antéro-postérieur. Le point d'attache du repli ne coïncide pas nécessairement avec l'équateur de la sphère, il est déjeté à droite ou à gauche, de telle sorte qu'il partage la cavité de l'œil en deux parties inégales.

Bien qu'une telle conformation impose immédiatement à l'esprit l'idée d'une rétine double résultant d'une absence de bifurcation,

on doit se demander cependant s'il ne s'agit pas d'une ébauche déformée par une cause quelconque. Mais, concurremment avec les faits précédemment indiqués, il est un élément qui met sur la voie de la véritable interprétation, c'est la présence de deux cristallins correspondant, chacun, à l'une des cavités de la rétine. Chez l'embryon auquel est empruntée la fig. 30, ces deux cristallins se distinguent nettement : l'un possède un volume normal, il est en regard de la cavité la plus grande; l'autre, au contraire, assez petit,

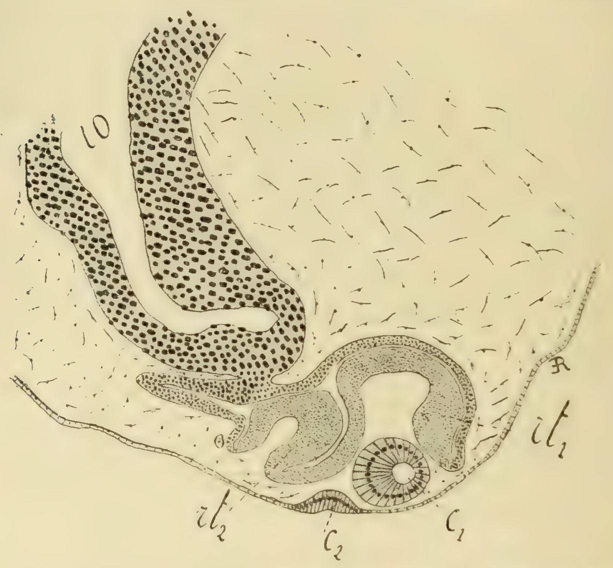


Fig. 30. — Embryon du cinquième jour (section transversale) : — rt_1, rt_2, les deux parties de la rétine double; C_1 C_2, les deux cristallins; *io*, invagination optique.

encore en continuité avec l'ectoderme d'origine, est situé dans le voisinage de la cavité la plus étroite. Ces deux organes sont absolument indépendants l'un de l'autre, il ne saurait être question d'une masse unique, simplement bilobée. Or, connaissant les relations qui unissent rétine et cristallin, nous sommes conduit à penser que s'il y a deux lentilles, c'est qu'il y a aussi deux rétines, la réciproque n'étant pas vraie.

Toutefois, l'existence de deux cristallins n'est évidemment pas une condition suffisante pour établir la démonstration d'une façon péremptoire; elle n'acquiert toute sa valeur qu'autant que, d'une part, la rétine se présente avec la conformation très spéciale que nous venons de décrire, tandis que, d'autre part, la vésicule

abortive, qui aurait pu déterminer, par corrélation, la venue d'un second cristallin, fait entièrement défaut. S'il n'y a pas concordance de ces faits, la différenciation de deux lentilles oculaires n'a plus la même signification. Nous avons montré tout à l'heure, en effet, qu'une rétine réellement simple pouvait se trouver en regard de deux cristallins, l'un d'eux correspondant à une ébauche optique frappée d'arrêt de croissance.

Par contre, il convient d'ajouter que la duplicité de la rétine n'entraîne pas nécessairement la dualité des masses cristalli-

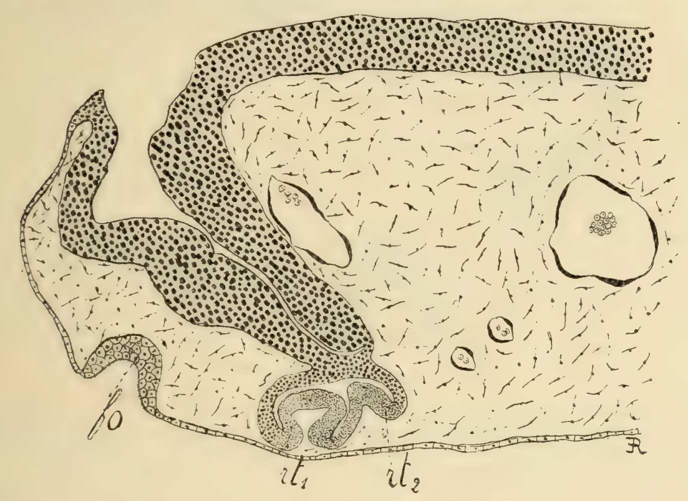


Fig. 31. — Embryon du quatrième jour (section longitudinale passant par l'axe médian) : — rt_1, rt_2, les deux parties de la rétine double ; *fo*, fossette olfactive unique située sur la ligne médiane en avant de l'œil double.

niennes. C'est ainsi que l'embryon qui a fourni les figures 31 et 32 possédait une cupule optique double en relation avec un seul cristallin (fig. 32), et l'on peut affirmer que ce dernier organe est plutôt moins volumineux qu'il ne convient. La duplicité de la membrane optique se manifeste ici, autant par sa similitude avec la membrane du précédent embryon à œil double, que par l'absence d'une vésicule abortive, ou simplement, d'une bifurcation du pédicule. De telles traces se retrouvent toujours dans les cas où un seul œil, régulièrement conformé, acquiert un développement normal.

Il n'est pas inutile de faire observer que le tissu de l'œil représenté par la figure 31 a manifestement subi une action dégénérative. Il s'agit certainement, en l'espèce, d'un processus surajouté ;

mais n'est-il pas permis de dire qu'une telle circonstance, loin d'aider la membrane visuelle, si elle était simple, à se plisser d'une façon insolite, aurait au contraire accentué sa simplicité, ainsi que cela se passe dans le cas où la dualité n'est pas en question[1]?

Pour ces diverses raisons, nous sommes en droit de conclure qu'il n'existe dans certains cas qu'une seule formation rétinienne, mais que cette formation est double, tout le tissu visuel s'étant concentré en une masse unique. Une telle conclusion, en accord

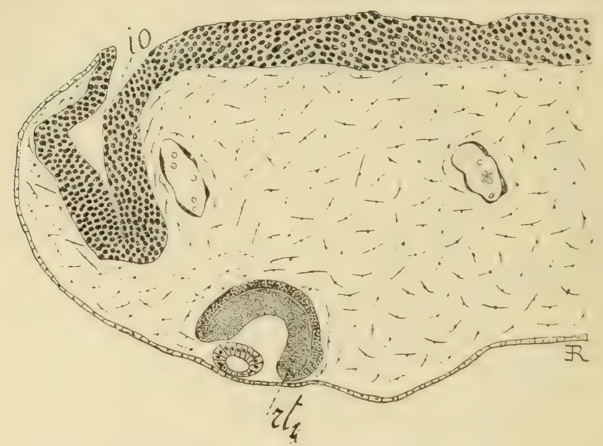


Fig. 32. — Section longitudinale faisant suite à la précédente, passant à droite de la ligne médiane; la petite cupule rétinienne a disparu, la grande cupule rt_1 existe seule avec son cristallin; *io*, invagination optique.

avec les faits embryologiques, s'accorde également avec certaines descriptions anatomiques.

Au surplus, la production double n'est qu'un cas particulier d'un processus que je crois assez fréquent en tératogénie, le *développement massif*. Il est exactement le contraire de l'affinité de soi pour soi : les deux parties similaires ne se sont point accolées, soudées et fusionnées, elles se sont simplement différenciées ensemble, tout d'une pièce, dans le sein du tissu cérébral, elles ne se sont point séparées. Rien n'indique, en effet, dans la constitution de cette rétine double, la fusion active de deux rétines primitivement indépendantes. Dans les cas que j'ai pu examiner, l'une des deux

1. L'absence de l'un des cristallins ne saurait surprendre; nous avons vu que cet organe peut manquer, même lorsque l'œil est simple et qu'il se développe souvent dans le cas d'une rétine abortive; il n'y a aucune raison pour que cet organe apparaisse constamment lorsque la rétine est double.

rétines était manifestement assez réduite. Le phénomène s'observe sur les figures, il est rendu particulièrement net par les figures 31 et 32 : la première représente une coupe longitudinale et médiane; les deux rétines sont accolées, la plus petite derrière la plus grande; les coupes suivantes (fig. 32), situées à gauche de la ligne médiane, ne montrent plus la petite rétine; la grande rétine est au contraire complètement développée, elle est accompagnée de son cristallin. Il suit de là que l'axe de la formation optique double n'occupe pas exactement la ligne médiane, il est situé un peu à gauche; il suit de là également que la petite rétine est accolée la partie postérieure à droite de la grande rétine.

La différence des dimensions est moins accusée dans le cas de la figure 30; de plus la situation des deux rétines n'est pas absolument la même. La figure représente en effet une coupe transversale; les deux membranes visuelles sont donc placées l'une et l'autre sur un même plan frontal.

A priori on peut admettre toutes les variations de cet ordre, depuis les rétines extrêmement réduites, jusqu'à l'égalité des deux membranes.

CHAPITRE IV

Les formations olfactives et auditives. Ébauches diverses. Annexes embryonnaires.

Les diverses ébauches que nous allons successivement passer en revue dans ce chapitre ne présentent pas toutes un égal intérêt; il est cependant essentiel d'accorder à chacune d'elles une mention particulière, afin de montrer de la façon la plus précise possible, sur quelles parties et sur quels organes se concentrent exclusivement les processus cyclocéphaliens.

De même, l'examen des annexes embryonnaires est indispensable, si l'on veut pouvoir apprécier sainement la valeur des théories tératogéniques, qui attribuent à ces annexes, à l'amnios tout au moins, une action positive dans la genèse de la monstruosité.

I. — LES FORMATIONS OLFACTIVES. ÉBAUCHES DIVERSES

A. *Les fossettes olfactives.* — Les plus importantes, presque les seules importantes de toutes les ébauches dont l'étude va suivre,

sont les ébauches olfactives. Elles ne doivent pas leur importance à la présence ou à l'absence d'une trompe, caractère mis au premier plan par Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, mais bien plutôt à leur état particulier, surtout aux rapports étroits qu'elles paraissent contracter avec les formations oculaires.

Les fossettes olfactives n'existent pas avant le troisième jour de l'incubation, mais elles peuvent faire défaut à un âge beaucoup plus avancé, soit qu'elles manquent d'une façon définitive, soit que le moment de leur apparition ait été simplement retardé. Nous ne possédons aucun élément qui nous permette d'élucider cette question. Ce que nous pouvons dire, c'est qu'il ne s'établit aucune relation entre le nombre des yeux et la non-existence des fossettes : les embryons complètement dépourvus de ces dernières appartiennent aussi bien au type Cébocéphale qu'au type Cyclope proprement dit.

Au contraire, lorsque les fossettes olfactives se différencient, elles occupent toujours la même place par rapport aux yeux : elles sont situées en avant des ébauches cristalliniennes, à mi-distance environ entre ces ébauches et le bord antérieur de la tête (fig. 31). Je n'ai rencontré aucune exception à cette règle; elle est, d'ailleurs, comme le fait remarquer Dareste, en accord avec les dispositions embryonnaires normales : le plan de l'ectoderme sur lequel reposent les rétines est constamment situé au-dessous du plan sur lequel reposent les fossettes olfactives.

Chez les embryons appartenant au type spécifique, l'écartement des deux yeux est beaucoup plus considérable que l'écartement des deux fossettes, il n'est rien qui fasse soupçonner une relation quelconque entre les uns et les autres. Chez les Cyclocéphaliens, une telle relation ne paraît pas douteuse, elle se manifeste de deux manières : par le rapport entre l'écart des yeux et celui des fossettes; par le rapport entre le nombre des uns et des autres.

Les embryons pourvus de deux yeux distincts possèdent toujours deux fossettes olfactives (comparer les figures 10 et 25, 13 et 24 empruntées deux à deux aux mêmes embryons); dans la série des sujets soumis à mon examen, je n'ai point trouvé de Cébocéphale n'ayant qu'une seule fossette.

La distance qui sépare les deux ébauches olfactives est d'autant plus accusée, que l'écart existant entre les deux yeux est lui-même plus considérable; dans tous les cas, les fossettes sont plus rappro-

chées l'une de l'autre que l'œil d'un côté ne l'est du côté opposé [1].

Lorsque les yeux sont extrêmement voisins, sans entrer cependant en contact, les deux fossettes sont réunies sur la ligne médiane par leurs bords internes. Dans ces conditions — qui sont celles de l'un de nos sujets (fig. 33, à rapprocher de la figure 26 représentant les yeux du même embryon) — l'orifice de chaque fossette, au lieu de s'ouvrir directement en bas, est légèrement tourné vers la ligne médiane. En outre, les deux bords coalescents forment une crête

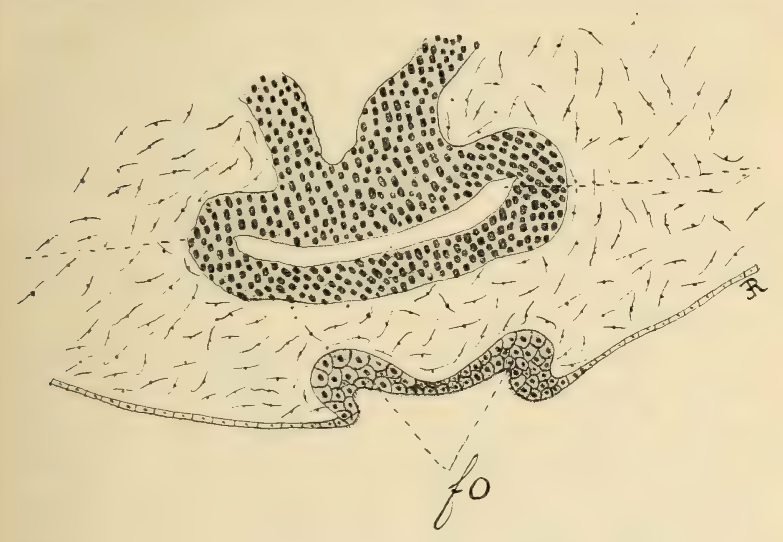


Fig. 33. — Section transversale de l'embryon qui a fourni la figure 26. La coupe intéresse la partie antérieure de la région céphalique, les pédicules optiques sont sur le point de se séparer; *fo*, fossette olfactive double correspondant à deux yeux très rapprochés.

assez courte et très mousse, qui n'atteint pas le plan superficiel de l'ectoderme ventral, de sorte que les deux fossettes conjointes s'ouvrent à l'extérieur par un large orifice commun, limité de part et d'autre par les bords externes respectifs de chacune d'elles.

A propos de ce cas particulier, il n'est pas inutile de faire remarquer que les ébauches olfactives sont en continuité directe avec l'ectoderme dont elles dérivent; il est, par conséquent, tout à fait impossible qu'elles se soient rapprochées l'une de l'autre, entraînées par une force quelconque; la place qu'elles occupent est la place

1. Chez l'un de mes sujets les deux fossettes ne se trouvaient pas situées sur le même plan vertical. L'une d'elles était sensiblement plus près de l'œil correspondant que sa congénère de l'œil du même côté. Il n'y a pas lieu d'insister sur ce fait particulier.

même où elles sont nées. Le phénomène est du même ordre que celui que nous nous sommes efforcé de mettre en lumière lorsque nous examinions les formations oculaires; il s'agit, en quelque sorte, d'une différenciation massive.

Chez les embryons pourvus d'un œil seulement, que cet œil soit simple ou double, il n'existe qu'une seule fossette olfactive. Celle-ci, tout en conservant sa situation en avant des ébauches de l'œil, occupe très exactement la ligne médio-ventrale (fig. 31 et 34). Dans ce cas encore je n'ai point rencontré d'exceptions, c'est-à-dire d'embryons pourvus d'un seul œil et de deux fossettes olfactives. Je n'ai point observé non plus de différences entre les sujets à œil double et les sujets dont une rétine est atrophiée, bien que mon attention ait été spécialement attirée sur ce point particulier. Il ne m'a pas été possible de décider, si les ébauches olfactives des premiers étaient plus larges que celles du second; en d'autres termes je ne saurais dire si l'on est en présence d'une différenciation double ou d'une formation unique, l'autre ayant avorté.

Pour ce qui est des Cyclopes à œil simple, c'est à cette dernière conclusion que je crois devoir m'arrêter, non parce que j'ai pu voir dans tous les cas des traces de la fossette absente, mais parce que je les ai positivement observées une fois. Et dans ce cas isolé, comme s'il fallait rendre plus étroite encore la corrélation qui unit les ébauches oculaires et olfactives, la fossette bien développée occupait la ligne médiane, en avant de l'œil normalement constitué, la fossette avortée, rejetée latéralement, était située du même côté que la rétine avortée.

Ces divers faits plaident en faveur d'une relation intime entre les organes de la vision et ceux de l'olfaction; ne laissent-ils pas prise à d'autres interprétations? C'est ce que nous nous demanderons en étudiant en particulier les processus divers que nous décrivons.

Tous les auteurs, sans exception, signalent l'absence des nerfs et du bulbe olfactif chez les sujets qu'ils ont disséqué. Mes observations ne confirment pas absolument ces données anatomiques. A la vérité, l'existence du nerf et du bulbe olfactif est un fait rare dans ma série, même un fait exceptionnel. Cependant, chez quatre individus, les nerfs existaient aussi bien constitués que possible (fig. 34) et peut-être aussi le bulbe; mais je ne suis pas en mesure d'être

très affirmatif sur ce dernier point. Leur évolution se serait-elle poursuivie jusqu'à un stade avancé? il y a lieu de le croire, car la structure histologique des uns et des autres paraît absolument normale, et cette structure correspond exactement à l'état histologique général de l'individu considéré.

B. *Les vésicules auditives.* — Au sujet des formations auditives, il n'y y rien à signaler qui soit spécial aux Cyclocéphaliens. Ces formations existent constamment, occupant leur place habituelle de

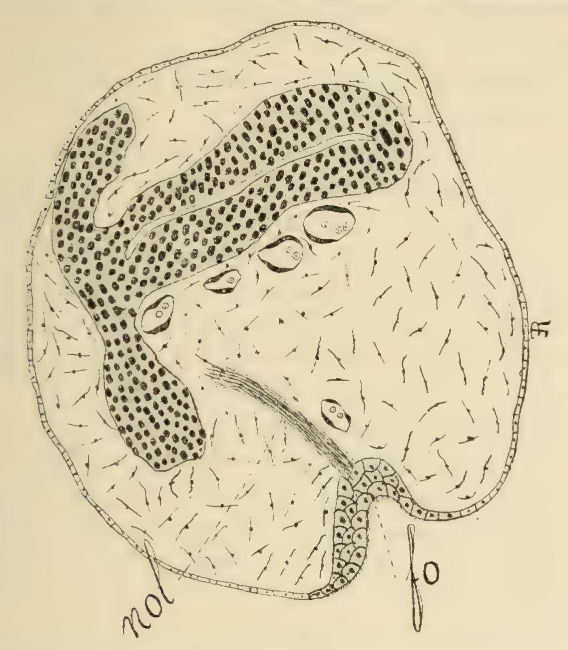


Fig. 34. — Embryon du cinquième jour; section transversale de la région céphalique antérieure. (La vésicule cérébrale est close à son extrémité antérieure, elle s'étale en arrière et prend l'aspect cyclocéphalien (voy. fig. 18) : — *fo*, fossette olfactive unique et médiane *nol*, nerf olfactif.

part et d'autre du bulbe; leur développement marche de pair avec le développement général de l'individu considéré; au quatrième jour commence à apparaître l'amorce des canaux semi-circulaires.

Une fois seulement, j'ai pu constater un déplacement assez sensible des vésicules dans le sens vertical, à la suite duquel l'une et l'autre se trouvaient très rapprochées du plan ventral. Il n'y a pas lieu, à mon avis, de s'arrêter sur ce cas unique qui représente, sans aucun doute, une anomalie surajoutée, n'apportant pas le moindre trouble dans l'évolution cyclocéphalienne. Peut-être cette anomalie a-t-elle

quelques rapports avec l'otocéphalie. Je ne puis rien présumer à cet égard, l'otocéphalie n'ayant peut-être pas pour siège la partie principale de l'organe de l'ouïe.

C. *Arcs branchiaux. Appareil digestif.* — Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire a créé, sous le nom de *Stomocéphale*, un genre spécial de la famille des Cyclocéphaliens. L'auteur du *Traité de Tératologie* semblait indiquer ainsi comme une sorte de corrélation entre une conformation donnée de la bouche et certaines particularités de la Cyclocéphalie. Il y avait donc lieu d'examiner avec soin les arcs branchiaux en eux-mêmes et dans leurs rapports avec les ébauches diverses intéressées d'une façon constante par les processus tératogènes.

En fait, il est certain que les fentes et les arcs branchiaux sont très souvent modifiés dans leur nombre et dans leur constitution, et toujours symétriquement. Ils sont incomplets ou font défaut — les deux premiers plus souvent que les suivants. Chez les embryons les plus âgés, le premier arc branchial n'est pas toujours bifurqué à son extrémité libre. Toutefois, il est au moins aussi fréquent de rencontrer des individus dont les fentes et les arcs branchiaux se sont développés dans le sens le plus normal qui soit.

Y a-t-il une relation quelconque entre les divers états du système branchial et les variations observées dans la disposition des yeux ou des autres organes? absolument aucune : entre les ébauches branchiales et les autres, il n'existe pas la moindre corrélation; on observe à ce point de vue les coïncidences les plus variables et les plus déconcertantes.

Camille Dareste[1], pour sa part, a décrit et représenté l'ouverture buccale des Cyclocéphaliens sous la forme d'un triangle. C'est là, en effet, une disposition assez fréquente; seulement cette disposition n'est pas sous la dépendance unique d'une évolution tératologique des arcs branchiaux; le principal facteur de la forme de l'orifice buccal est l'absence de bourgeon frontal, absence probablement constante, tout au moins chez les Cyclopes, à cause de la situation médio-ventrale de l'œil.

En résumé, la forme et la constitution de la bouche sont rarement normales dans la famille des Cyclocéphaliens. L'une des anomalies

1. Camille Dareste, *Recherches sur la Production artificielle des Monstruosités*, 2e édit., p. 381.

possibles est assez fréquente, mais coïncide avec les dispositions oculaires les plus variées; les autres, plus rares, ne sont pas davantage corrélatives de l'un quelconque des types secondaires de la famille.

Du tube digestif en particulier, ni du feuillet interne dans son ensemble, il n'y a rien à dire. Non seulement on ne relève aucune variation morphologique ou histologique caractéristique de la Cyclocéphalie, mais encore les dérivés endodermiques en général sont constamment constitués comme chez un embryon normal. Toutes les ébauches, poumon, foie, pancréas, etc., se retrouvent chez les embryons des quatrième et cinquième jour.

D. *Système vasculaire. Appareil excréteur.* — Le cœur des Cyclocéphaliens est, d'une façon très générale, normalement constitué, tant dans sa morphologie que dans sa structure.

Le réseau vasculaire lui-même n'offre des dispositions spéciales que dans la région céphalique antérieure. Là, on ne trouve aucun des troncs ordinaires, tout au moins ils sont méconnaissables, étant remplacés par une série d'artérioles et de veinules en nombre très variable, souvent accumulées au contact immédiat de la lame cérébrale, dont elles assurent la nutrition.

Les artérioles sont l'épanouissement terminal de deux aortes; cet épanouissement se produit au niveau de la poche de Seessel et de l'extrémité antérieure de la corde dorsale. En remontant d'avant en arrière, on ne rencontre plus que les deux troncs aortiques proprement dits avec leurs collatérales diverses. Dans les régions thoracique et abdominale, ces troncs restent indépendants l'un de l'autre, ou bien ils confluent en une seule artère, suivant le cas. Ils sont presque toujours distincts à l'extrémité postérieure.

Les veinules confluent également aux alentours de la poche de Seessel pour former deux veines cardinales, dont la situation est toujours parfaitement normale. Des autres troncs veineux, il n'y a rien à dire.

La circulation s'effectue, en somme, d'une façon très satisfaisante. Les diverses régions du corps sont, toutes, abondamment irriguées. C'est dire que l'hydropisie n'est pas un caractère de la Cyclocéphalie. Je n'ai rencontré cet état morbide que chez un seul individu, il était peu accentué; son action sur le processus cyclocéphalien était simplement surajoutée : en modifiant la nutrition

générale des tissus, il ralentissait leur évolution, l'arrêtait peut-être même, mais il ne la provoquait certainement pas.

Les formations Wolfiennes présentent toujours et dans tous les cas, un développement correspondant à l'âge de l'embryon considéré. Leurs rapports anatomiques sont, eux aussi, toujours réguliers.

II. — ANNEXES EMBRYONNAIRES

A. *L'Amnios*. — Il est important de préciser l'état de l'amnios des embryons cyclocéphaliens. C. Dareste, en effet, dit avoir observé cette membrane dans un certain état de rétraction chez divers individus. Sans être absolument affirmatif, il a quelques tendances à voir dans ce phénomène la cause, ou l'une des causes de la production de la monstruosité [1].

Or, à ce point de vue comme à bien d'autres, mes recherches ne laissent place à aucune discussion. Quel que soit le type que l'on observe, l'amnios n'est jamais rétréci, à aucun degré : ou bien cette enveloppe entoure largement l'embryon, elle est, comme à l'ordinaire, gonflée par une quantité normale de liquide; ou bien elle n'existe pas, du moins elle est réduite à des replis encore fort courts. Ces deux éventualités se produisent avec une égale fréquence; ni l'un ni l'autre n'est corrélative d'un type déterminé.

Nous verrons dans la quatrième partie de ce mémoire quelle est la cause de l'erreur commise par mon très regretté maître.

B. *L'allantoïde*. — Pour ce qui est de l'allantoïde, nous avons à constater sa parfaite constitution morphologique et histologique. Elle ne fait jamais défaut.

CHAPITRE V

Anomalies surajoutées

Au cours des descriptions précédentes, j'ai été conduit à signaler diverses malformations affectant quelques-uns des Cyclocéphaliens de ma série. Ces malformations, portant sur le nombre et la forme des arcs branchiaux, sur la situation des vésicules auditives, etc., ne répondent pas à un type tératologique défini, tout au moins je n'ai pu discerner qu'elles fussent telles. Je ne saurais donc insister à leur sujet; je me contenterai de faire remarquer que leur coexis-

1. C. Dareste, *Recherches sur la production artificielle des Monstruosités*, 2e édit., p. 381.

tence avec la Cyclocéphalie est une simple confirmation de ce fait banal que plusieurs anomalies, différentes et non corrélatives, peuvent se produire sur un même individu sous l'influence d'un même agent.

Il est un certain nombre d'autres anomalies que l'on rencontre chez les embryons et qui n'ont pas été signalées par les auteurs dont les descriptions portent sur les sujets nouveau-nés ou adultes.

A. *Torsion du corps.* — Souvent, le corps de l'embryon est tordu sur lui-même, dessinant deux ou trois méandres parfois très accusés. La torsion est due au mode de différenciation de l'axe médullaire; celui-ci n'est point devenu sinueux une fois transformé en tube et libéré de l'ectoderme d'origine, il s'est différencié d'emblée suivant une ligne sinueuse, sa continuité avec l'ectoderme le prouve surabondamment. Au surplus, on ne rencontre aucun agent de compression mécanique, amniotique ou autre.

B. *Spina-bifida.* — Le spina-bifida ne se trouve point parmi les anomalies surajoutées, mentionnées par les divers auteurs. Peut-être est-il rare chez les Cyclocéphaliens Mammifères, les seuls qui aient été abondamment étudiés à l'état adulte; il n'est pas sans exemple chez l'embryon de poulet et Dareste l'y a déjà signalé [1]. Son siège est le plus souvent dorsal; il intéresse un segment limité de la moelle. Sa caractéristique est exactement la même que celle de la Cyclocéphalie : au lieu de se multiplier en profondeur et de former une gouttière dont les bords se rapprochent progressivement et se soudent, le tissu médullaire comme celui de l'encéphale se différencie en surface aux dépens de toute la partie dorsale de l'ectoderme. L'aspect de ce segment de moelle est alors comparable aux figures données par Tourneux et Martin [2]; son évolution générale explique les descriptions de spina-bifida faites d'après des fœtus humains. Comme conséquence, les ganglions rachidiens, naissant de la face inférieure de la lame médullaire, se dirigent perpendiculairement vers l'ectoderme ventral [3].

L'identité du processus cyclocéphalien et de celui du spina-bifida n'est pas contestable. En deux points éloignés de l'axe cérébro-

1. Camille Dareste, *Recherches sur la Production art. des Monst.*, 2e éd. p. 383.

2. F. Tourneux et Ern. Martin, Contribution à l'histoire du spina-bifida, *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1881.

3. Sur la question du spina-bifida, voir mon mémoire : Genèse des spina-bifida (*Archives générales de médecine*, mars 1901) où l'on trouvera tous les développements nécessaires, avec figures à l'appui.

spinal, les éléments nerveux ont réagi de la même façon vis-à-vis des agents tératogènes. Il semblerait donc que l'on devrait rencontrer fréquemment l'association des deux anomalies; il ne serait même pas surprenant que l'axe nerveux, dans son ensemble, ne formât qu'une longue lame étalée en surface. En fait, le spina-bifida n'est pas fréquent dans la Cyclocéphalie, et cette rareté exclut toute idée de corrélation, tout en mettant en lumière ce fait de physiologie générale : l'indépendance des divers segments d'une même dérivation, dès les premiers âges de l'embryon.

C. *Ourentérie.* — J'ai signalé ailleurs, avec tous les détails nécessaires[1], une monstruosité que l'on rencontre assez souvent chez les embryons Cyclocéphaliens. Le processus initial de cette monstruosité, l'*Ourentérie*, est une prolifération de l'extrémité caudale du système nerveux qui se produit perpendiculairement de haut en bas et vient buter contre le feuillet digestif; elle refoule ce dernier et s'en coiffe. Lorsque le tube instestinal se ferme, il enveloppe cette néoformation.

L'Ourentérie, ainsi que je l'ai montré, ne diffère de l'Omphalocéphalie que par le siège de la végétation anormale, le phénomène est identique dans les deux cas.

J'ai constaté l'Ourentérie chez un bon tiers des embryons cyclopes soumis à mon examen, avec des modalités diverses. Elle n'est cependant pas spéciale à la Cyclocéphalie, je l'ai rencontrée chez des sujets atteints de monstruosité différente. Il n'en est pas moins intéressant de constater combien le processus ourentérien diffère du processus cyclocéphalien. L'un et l'autre intéressent le système nerveux d'un même embryon, ce qui montre bien l'indépendance absolue des divers segments de ce système. Nous faisions la même remarque à propos du spina-bifida; dans ce dernier cas, du moins, le processus est le même en deux points éloignés de l'axe cérébro-spinal. Or, ce qui est rare, c'est précisément la coexistence, sur le même système organique, de deux anomalies du même ordre, ce qui est fréquent, c'est la coexistence de deux états absolument dissemblables. Un tel fait n'est pas dépourvu de sens, il montre que non seulement les divers segments de l'axe nerveux sont physiologiquement indépendants, mais que de plus, tout en ayant subi une différenciation générale commune à tous,

1. Étienne Rabaud, Etude embryologique de l'Ourentérie et de la Cordentérie, *Journal de l'Anat. et de la Phys.*, 1900, n° 6.

chacun d'eux constitue, en somme, un tissu spécial. La diversité des fonctions, comme celle de la structure, ont depuis longtemps conduit les biologistes à des conclusions analogues.

D. *Bifurcation de la moelle.* — L'un des embryons de ma série présentait une bifurcation de la moelle, sur une longueur assez considérable de son extrémité postérieure; les deux portions s'individualisent progressivement : d'abord indépendantes sous la même enveloppe ectodermique, elles se séparent complètement avec la moitié du corps et le membre postérieur attenant; il semble que l'on ait affaire à deux embryons distincts.

Je décrirai ailleurs ce cas particulier, en faisant suivre sa description des considérations et des conclusions qu'il me paraît comporter. Je n'y insiste pas davantage ici, cela nous éloignerait du sujet qui nous occupe.

E. *Cordentérie.* — Il suffit d'une simple mention pour l'anomalie que j'ai décrite sous le nom de *Cordentérie* [1]. Le siège du processus est, ici, la corde dorsale; c'est une végétation désorientée qui vient buter contre le tube disgestif, tout comme le fait le système nerveux des Omphalocéphales ou des Ourentériens. J'ai observé seulement un cas de Cordentérie.

F. *Céphalidie.* — Camille Dareste [2] a observé que la Cyclocéphalie est fréquemment associée à la Céphalidie, c'est-à-dire à cette monstruosité caractérisée, au dire des tératologistes, par l'absence de tout le corps, l'individu se trouvant réduit à la tête. J'ai pu contrôler l'assertion de mon vénéré maître sur un certain nombre de Céphalidiens qui, par leur aspect extérieur, paraissaient appartenir, en outre, à la famille des Cyclocéphaliens. Effectivement, un certain nombre de ces individus présentent une disposition du système nerveux cérébral en tout identique à la lame encéphalique caractéristique de la Cyclopie, avec cette différence qu'elle est fort mince et assez déformée et que les yeux font complètement défaut.

A mon sens, de tels sujets avaient certainement suivi, dès le début, l'évolution spéciale à la Cyclocéphalie. Seulement, cette évolution a été entravée dans sa marche par une dystrophie considérable, due à une formation très imparfaite du réseau vasculaire. L'hydropisie a porté obstacle au cours du développement du système nerveux en particulier et du corps en général. Mais ce corps — et

1. Étienne Rabaud, *loc. cit.*
2. Camille Dareste, *Rech. sur la Prod. art. de Monst.*, 2e édit., p. 383.

cette constatation est importante — n'a pas disparu; il existe, extrêmement réduit, il est vrai, mais simplement quant à la quantité de son tissu; il renferme ses différentes parties suffisamment caractérisées pour être reconnues, bien que les tissus soient en voie de dégénérescence, que leurs réactions vitales soient diminuées ou supprimées.

En conséquence, il n'est pas possible de dire que la Cyclocéphalie et la Céphalidie sont associées, fréquemment ou non. Sur ce point de détail, il n'y a pas d'autres conclusions à tirer des constatations précédentes que les Céphalidiens sont simplement des embryons monstrueux, appartenant à des types divers, ainsi que l'a d'ailleurs indiqué Dareste, chez lesquels une hydropisie intense a provoqué un arrêt d'évolution du corps dans son ensemble. L'aspect extérieur de ces embryons induit en erreur : ils sont fort petits, œdématiés, c'est cet œdème généralisé qui donne à croire que l'on a sous les yeux une tête sans corps.

La Céphalidie doit donc disparaître de la classification tératologique.

Parmi les anomalies surajoutées que nous venons de passer en revue dans ce chapitre, il n'en est aucune dont les auteurs aient fait mention chez les Cyclopes constitués. A cela il y a plusieurs raisons.

D'abord la rareté de quelques-unes de celles que nous mentionnons; en second lieu ce fait que les embryons observés étaient trop jeunes pour que certaines malformations, telle que la Polydactylie, fussent constituées, ou tout au moins ébauchées. Enfin, il est d'autres monstruosités, l'Anencéphalie et l'Omphalocéphalie par exemple, qui sont certainement incompatibles avec la Cyclocéphalie. comme nous le montrerons plus loin, quand nous aurons discuté d'une façon précise les processus divers qui viennent d'être décrits. Ce n'est que grâce à une confusion, rendue possible par d'inexactes interprétations des faits constatés chez l'adulte, que les auteurs ont été conduits à admettre la coexistence de ces monstruosités avec l'un ou l'autre des types cyclocéphaliens.

TROISIÈME PARTIE

EXAMEN COMPARATIF DES FAITS ANATOMIQUES ET EMBRYOLOGIQUES

CHAPITRE I

L'encéphale.

Les documents anatomiques, qui nous sont fournis par différents auteurs et les documents embryologiques, dont l'exposé précède, forment un ensemble absolument homogène. Sans doute, entre les premiers et les seconds y a-t-il quelques lacunes que des hypothèses ne suffisent pas à combler; il n'en est pas moins vrai que les dispositions essentielles observées chez l'adulte trouvent dans les dispositions embryonnaires une explication naturelle, qui remplace avec avantage les théories proposées par divers tératologistes.

I. — LE CERVEAU

C'est ainsi que la morphologie du cerveau adulte correspond très exactement à celle du cerveau embryonnaire.

Toutes les descriptions sont les mêmes à quelques détails près. Elles représentent le cerveau antérieur comme étant une large plaque, assez épaisse, dont la forme se rapproche de l'ovale. Cette plaque est lisse en dessus, elle ne présente en dessous que le nerf optique et l'hypophyse. En arrière d'elle existent le cervelet et les tubercules quadrijumeaux, ceux-ci bien développés ou restés (chez les mammifères) à l'état de deux mamelons. Sur cette plaque, attenant à ses bords antérieurs et latéraux, s'attache une poche membraneuse à parois très minces. L'ensemble de la plaque et de la membrane constitue une cavité close remplie d'un liquide clair et opalin [1]. Jamais il n'existe de scissure inter-hémisphérique ni de circonvolutions; on ne rencontre pas davantage de corps calleux ni de voûte à trois piliers.

1. Ce liquide serait quelquefois légèrement trouble; il est probable qu'il s'agit d'un phénomène cadavérique.

Il est impossible de ne pas reconnaître à cette description la lame cérébrale, qui est la caractéristique même de l'encéphale des embryons de Cyclocéphaliens, complétée par la membrane épibolique.

C'est cette lame cérébrale, épaissie grâce à la prolifération de ses éléments, plane le plus souvent, quelquefois incurvée ou gondolée, qui produit, par des différenciations ultérieures, tout ou partie des noyaux gris sur l'existence desquels les observateurs ne sont d'ailleurs pas en parfait accord. C'est elle qui donne naissance aux pédicules optiques, à l'hypophyse, les seuls organes que nous ayons vu apparaître, les seuls aussi dont on ait constaté la présence à l'état adulte. Chez les embryons enfin, comme chez les monstres constitués, la lame cesse au niveau du cerveau moyen. De part et d'autre, en un mot, on trouve la même forme, le même aspect, les mêmes dérivés, l'identité des deux organes ne saurait être mise en doute.

Supposons que le pourtour de la lame embryonnaire se relève en un repli annulaire, et que, ce repli s'accroissant, l'orifice de l'anneau se rétrécisse petit à petit jusqu'à devenir nul : lorsque le processus sera terminé, l'aspect du cerveau embryonnaire sera très exactement le même que celui du cerveau de tout Cyclope adulte. Nous savons qu'une telle hypothèse répond à la réalité. Sur le bord de la lame cérébrale nous avons remarqué l'amorce de la membrane de fermeture; même, dans certains cas, nous avons pu voir l'occlusion terminée sur une petite étendue, à la partie antérieure ou postérieure du cerveau. Par suite, bien que nous n'ayons pu suivre pas à pas toutes les phases de l'évolution complète, nous sommes nécessairement conduits à assimiler l'un à l'autre, comme représentant deux états d'un même appareil, d'une part la lame cérébrale de l'embryon avec sa fermeture épibolique ébauchée, d'autre part le cerveau des Cyclopes constitués.

L'identité que nous constatons dans l'ensemble, nous la retrouvons dans les détails. C'est ainsi que le mode d'évolution de la poche, tel que nous le concevons avec l'appui des faits observés, donne la clef des diverses variations décrites chez les adultes.

En effet, la fermeture de la poche, nous le savons, s'effectue tardivement; elle est souvent à peine indiquée chez les embryons du cinquième jour, ce n'est que par exception qu'on la trouve dans un état plus avancé. Il est probable que l'occlusion n'est entièrement

terminée qu'à une époque assez rapprochée de la naissance. Nous avons vu, également, qu'elle manifeste une faible tendance à proliférer pour s'épaissir, ou même à se différencier pour produire du tissu nerveux. La minceur extrême qu'elle possède à l'état adulte s'explique ainsi beaucoup plus simplement que par l'hypothèse toute gratuite d'une destruction secondaire par accumulation de liquide ou par toute autre cause. Telle qu'on nous la représente dans la presque totalité des cas, elle est une formation directe et primitive. L'absence de circonvolutions, de scissure interhémisphérique, de corps calleux, de trigone, se comprend aisément à la suite de ce processus.

Est-il possible que la poche ne parvienne pas à se constituer? Quelques observations, en particulier celles de Dareste et l'une de celles de Phisalix, pourraient tendre à le faire croire. Le fœtus humain décrit par ce dernier ne possède pas, en effet, de voûte nerveuse; l'auteur se demande si elle a « été détruite, ou ne se serait pas développée, ou bien encore aurait été enlevée et renversée en avant ». Phisalix rejette la première hypothèse, à cause de l'absence de débris nerveux flottant dans le liquide; il n'admet pas davantage la troisième et s'arrête à la seconde, mais avec une interprétation très éloignée de la vérité. Pour lui, « il y a eu arrêt du développement de la voûte sous l'influence de la compression d'un liquide sécrété de très bonne heure, en un mot, il y a eu hydropisie précoce de la vésicule cérébrale antérieure, mais postérieurement cependant à la formation de la vésicule des hémisphères[1]. »

Le point de départ de cette hypothèse consiste, on le voit, à admettre l'évolution normale primitive de l'encéphale; l'hypothèse est donc inadmissible. Même en se plaçant au point de vue vrai, nous ne croyons pas que l'absence de fermeture de la voûte soit possible dans les cas où quelques auteurs l'admettent. Cette occlusion est, en effet, corrélative de l'enveloppement ectodermique complet de la tête; puisque cet enveloppement s'est effectué, la poche encéphalique a dû nécessairement se produire : l'un des feuillets du repli ne peut grandir indépendamment de l'autre, ces deux feuillets formant une membrane unique, repliée. Seulement, comme le feuillet interne, celui qui devient la voûte cérébrale reste le

1. C. Phisalix, *loc. cit.*, p. 78.

plus souvent extrêmement mince, la voûte elle-même sera d'une très faible épaisseur, elle résistera mal aux coups de scalpel les mieux dirigés et les plus délicats; on n'en retrouve plus les traces.

Dans le cas de Dareste [1], le liquide encéphalique tenait en suspension des débris qui ont été considérés comme étant de nature nerveuse. Dareste admet que ces débris provenaient de la destrucde la voûte. Or, la lecture de son mémoire nous apprend que le plancher cérébral était dans un état de conservation très relatif; il est beaucoup plus rationnel de penser, guidés par les faits embryologiques, que la poche a été détruite au cours de la dissection et que les débris flottant dans le liquide encéphalique proviennent simplement de la plaque cérébrale en dégénérescence cadavérique.

L'observation I de Phisalix constitue un cas tout à fait particulier. Il s'agit d'un chien nettement Cyclope avec un œil double, mais qui s'écarte notablement du type général par la constitution de l'encéphale. Ici, la monstruosité est strictement limitée au prosencéphale, le cerveau intermédiaire étant normal et possédant, comme tel, une glande pinéale unique et dorsale.

L'explication de ce cas ne paraît pas malaisée. Les évolutions tératologiques n'étant jamais identiques chez des individus différents d'un même type, il n'y a pas lieu d'être surpris que le prosencéphale seul se dispose en lame, tout le reste du système nerveux suivant le mode normal. L'aspect cyclope, en effet, dépend uniquement de la disposition plane du prosencéphale, puisque cette disposition détermine le déplacement des yeux, et nullement de la disposition du cerveau intermédiaire dont pas un dérivé ne contribue à produire cet aspect.

Mais il y a plus. La vésicule, ainsi limitée, n'a pas tout à fait les caractères habituels. Elle ne possède, il est vrai, ni scissure interhémisphérique, ni circonvolutions, ni corps calleux, ni trigone, seulement ses parois sont assez épaisses et présentent, dans leur ensemble, une différenciation nerveuse relativement abondante. Phisalix croit être en présence, dans ce cas particulier, de la « persistance d'un état embryonnaire très précoce dans lequel les hémisphères cérébraux naissent d'un rudiment cérébral impair [2] ». L'hypothèse n'est pas impossible; toutefois, elle n'explique pas,

1. Camille Dareste, *Poulain cébocéphale.*
2. C. Phisalix, *loc. cit*, p. 72.

semble-t-il, la disposition très spéciale des yeux. Les vésicules optiques primitives naissent, en effet, au cours de l'évolution normale, au moment où le cerveau n'est encore qu'un rudiment impair; la persistance tératologique d'un tel état ne peut entraîner avec lui la coalescence des deux yeux, sans quoi cette coalescence serait un fait normal et constant, surtout chez les vertébrés caractérisés par un très petit encéphale, les poissons par exemple; or l'on sait que les yeux de ces animaux sont plus éloignés l'un de l'autre que ceux des vertébrés plus supérieurs. Au surplus, quand nous étudierons la nature et l'origine des processus cyclocéphaliens, je montrerai, par un exemple précis, que l'arrêt de croissance de la vésicule cérébrale primitive ne provoque pas et ne peut provoquer la fusion des globes oculaires.

Il convient de remarquer, en outre, que le cerveau du chien Cyclope dont il s'agit ne porte pas précisément la marque d'un ralentissement de croissance : il remplit la cavité crânienne, et il n'est pas indiqué que le crâne soit moins volumineux qu'à l'ordinaire. Enfin, on ne voit pas pourquoi une vésicule, procédant d'une ébauche normale, qui possède des dimensions et un volume habituels, au dedans de laquelle n'existe aucun agent de distension, n'aurait pas exactement parcouru la série des phases normales.

Le processus initial diffère très certainement du processus normal. Est-ce le processus de la Cyclocéphalie? cela ne me paraît pas douteux. A mon sens, ce cas, unique dans les annales tératologiques, est une exception se rapprochant de très près du cas général. Le processus a simplement intéressé le prosencéphale; c'est cette région seule qui était représentée par une lame plane, dès les premières phases embryonnaires, tandis que l'encéphale reprenait sa disposition en vésicules closes à partir de la région du cerveau intermédiaire. La différence n'est pas considérable, puisque la lame cérébrale commune ne se prolonge guère au delà du cerveau intermédiaire chez le plus grand nombre des individus et que, de plus, sa limite postérieure n'est pas absolument fixe.

Ce point étant admis — et il est logique de l'admettre —, il reste à expliquer l'épaisseur vraiment remarquable de la paroi de la poche. Or, il n'est pas contradictoire de penser que la fermeture épibolique a été plus précoce qu'elle ne l'est d'ordinaire, que la voûte, une fois constituée, a proliféré abondamment tout en se transformant en tissu nerveux.

Une telle exception — peut-être spéciale au chien — est donc plus apparente que réelle. Les dispositions qu'elle présente sont instructives; loin de différer essentiellement des dispositions typiques, elles n'en sont qu'une modification légère. C'est sans difficulté que l'on peut la faire entrer dans le cadre général de la Cyclocéphalie.

Il n'en est pas toujours ainsi. Par exemple, il ne faut pas songer à voir des Cyclocéphaliens dans les individus, dont le cerveau est très normalement conformé, qui doivent leur aspect cébocéphale simplement à un rapprochement insensible et à une situation un peu inférieure des yeux, — tel le monstre qui fait l'objet de l'observation IV de Phisalix. L'encéphale de ce sujet est construit sur le type le plus normal qui soit; aucune hypothèse, aucune argumentation spécieuse ne peuvent arriver à y montrer la trace, même vague, du processus initial de la Cyclopie.

Cela ne veut pas dire qu'il y ait des Cébocéphales caractérisés par la coexistence de la disposition ventrale des yeux et de la constitution régulière de l'encéphale. De tels monstres n'ont du Cébocéphale que l'aspect extérieur; le déplacement convergent des globes oculaires doit être attribué, pour ce qui les concerne, à un processus différent du processus spécial que nous connaissons. Tous les individus ainsi conformés appartiennent, remarquons-le, à la famille des Otocéphales et spécialement aux genres *Strophocéphale* créé par I. Geoffroy-Saint-Hilaire, et *Agnathocéphale* créé par M. Louis Blanc. Chez ces monstres, la disposition des caisses tympaniques est le caractère dominant, le déplacement des yeux le caractère accessoire. Ces êtres ne peuvent être, en aucune façon, comparés aux Cébocéphales. S'il est vrai que la situation réciproque des yeux soit analogue chez les uns comme chez les autres, l'existence de l'otocéphalie d'une part, la forme générale du crâne d'autre part, permettent de les reconnaître à première vue sans qu'il soit nécessaire d'examiner le cerveau lui-même.

Ainsi, ayant éliminé, comme il convient, ces pseudo-cyclocéphaliens, nous sommes conduits à conclure que les descriptions diverses de Cyclopes constitués concordent naturellement avec la genèse que nous venons d'établir. Cette genèse donne la clef des dispositions adultes, sans exception, même lorsque ces dispositions éprouvent les variations intéressantes que nous avons rencontrées.

Par elle, nous pouvons aussi comprendre les diverses modalités relevées dans la composition du crâne, tant pour ce qui est des pièces osseuses et de leur degré d'ossification que pour ce qui est des méninges et des dérivés conjonctifs en général. Nous devons partir de ce fait que la fermeture épibolique ne s'effectue pas à un moment précis de l'ontogénèse, elle est plus ou moins tardive suivant les individus; nous devons aussi remarquer que la quantité de tissu conjonctif embryonnaire insinué entre les deux feuillets des replis épiboliques est, elle aussi, essentiellement variable. Or, plus la fusion des replis sera précoce, plus l'évolution histologique de ce tissu conjonctif atteindra à son tour une phase avancée ; et plus sera grande l'abondance de ce tissu conjonctif, plus les différenciations seront multiples.

Seulement, aussi précoce que soit l'occlusion du crâne, elle ne l'est jamais assez pour que la substance conjonctive s'insinue avec une abondance aussi considérable qu'à l'ordinaire et pour que son histogénèse atteigne, au moment de la naissance, son degré le plus élevé. C'est pourquoi il est rare de trouver les os du crâne avec leur forme normale et de voir leur ossification suffisamment étendue ; c'est pourquoi il est rare que l'on puisse reconnaître distinctement les trois méninges superposées. Il arrive même que la voûte du crâne est encore complètement membraneuse; c'est qu'alors la fermeture est toute récente et, par suite, la quantité de tissu conjonctif réduite au minimum. Peut-être pourra-t-on invoquer l'intervention de phénomènes dystrophiques; la chose n'est pas impossible, mais elle n'est pas nécessaire; s'il y a occlusion tardive, le tissu conjonctif ne peut se multiplier à temps, et ne s'étant pas multiplié, les matériaux indispensables aux différenciations successives font défaut en majeure partie.

Remarquons enfin que des considérations analogues suffisent pour expliquer toutes les variations qui peuvent intéresser la peau du crâne. Cette peau, dérivée des feuillets externes des replis épiboliques, sera d'autant mieux différenciée que la prolifération des replis aura été plus active et, partant, la fermeture plus précoce.

II. — LE NERF OPTIQUE

Ayant ainsi relié les états très jeunes de la lame cérébrale à l'état adulte du cerveau vésiculeux, pourrons-nous, également, recon-

naître dans les dispositions ultimes des organes optiques les dispositions transitoires qui donnent naissance aux yeux.

A ne prendre que les nerfs optiques séparément, il est très aisé, semble-t-il, de rapporter la forme définitive aux formes embryonnaires. Les relations anatomiques nous apprennent, en effet, que le fœtus possède un tronc optique unique, dans lequel on s'est ingénié à retrouver les traces de deux troncs accolés et plus ou moins fusionnés. Or, la plupart des embryons nous ont montré un pédicule unique pouvant présenter une duplicité plus ou moins accentuée. De ce pédicule, quand il existe deux yeux distincts, se détachent deux rameaux divergents se dilatant à leur extrémité en deux vésicules rétiniennes.

Les données anatomiques cadrent à merveille avec ces données embryologiques. On peut admettre que la séparation virtuelle constatée chez certains embryons s'accentue, dans une certaine mesure, au cours de l'évolution et en impose chez l'adulte pour une dualité réelle, de là l'interprétation des descripteurs. Toutefois, si cette interprétation se trouve relativement exacte quant au fait de la duplicité, elle est erronée quant au fait de la soudure de deux troncs primitivement distincts. La disposition en une masse unique existe d'emblée; s'il se produit une modification secondaire, c'est pour rendre manifeste l'état double du pédicule et non pour amener deux pédicules à l'unité.

Les mêmes considérations s'appliquent aussi bien aux cas où le sujet est porteur d'un œil double, avec cette différence que la duplicité des pédicules n'est probablement jamais apparente; elle n'a pu être affirmée qu'en admettant, *a priori*, le processus théorique de l'union des parties similaires. Il est douteux, en effet, qu'il s'établisse une cloison, sous une forme quelconque, dans le pédicule massif qui porte une rétine double.

Lorsqu'il n'existe qu'un œil absolument simple, il ne saurait être question de retrouver la marque d'une bifurcation. La branche latérale correspondant à la rétine abortive s'est, en effet, séparée du tronc commun et a disparu; ou du moins, restant fort petite, elle est introuvable par la dissection simple. Par conséquent la branche qui porte l'œil développé est bien réellement simple. Ces faits doivent être rapprochés des observations d'après lesquelles la duplicité du pédicule n'a pu être mise en évidence, malgré toute la bonne volonté des observateurs.

Enfin, nous avons rencontré des embryons cébocéphales, chez lesquels chaque œil est suspendu à un pédoncule spécial, indépendant de son congénère dès sa naissance. Bon nombre de Cébocéphales adultes présentent une disposition semblable ; il n'y a donc pas lieu d'insister; les relations des faits anatomiques et embryologiques sont évidentes par elles-mêmes.

Si nous considérons maintenant les nerfs optiques dans leurs rapports avec le reste de l'encéphale, le rapprochement des états adultes et des états embryonnaires présente quelques difficultés. Il n'y a pas, cependant, à surmonter de gros obstacles pour l'effectuer.

En premier lieu, nous ne retrouvons à la surface supérieure de la plaque cérébrale de l'adulte aucune trace de l'invagination optique. Or, si parfois le pédicule optique se différencie par végétation massive, il est beaucoup plus fréquent de le voir se produire par le mode invaginant. Deux hypothèses sont possibles, toutes deux également vraisemblables :

Ou bien l'invagination se comble par prolifération des parois, au cours de l'évolution individuelle. S'il en était ainsi, la chose se passerait suivant le processus habituel au moment où les pédoncules sont remaniés par la naissance des fibres nerveuses. Rien n'empêche que l'évolution ne soit telle au cours du développement tératologique. On pourrait peut-être interpréter dans le sens d'une prolifération commençante les exemples de pédicules en partie creux, en partie pleins précédemment décrits.

Ou bien le processus de végétation massive, exceptionnel chez le poulet, est au contraire de règle chez les embryons de mammifères, Cette autre manière de voir, conforme aux données générales de l'embryologie comparative, ne correspond pas aux données particulières de l'évolution phylogénique de l'œil. Pour cette raison il serait imprudent de l'adopter.

En second lieu, on ne trouve pas à la face inférieure de la plaque cérébrale les restes de la crête optique allongée d'avant en arrière dans le plus grand nombre des cas. Il est probable que cette crête est masquée par l'épaississement ultérieur de la plaque cérébrale, épaississement auquel la crête optique ne prendrait aucune part. Ainsi disparaîtraient les prolongements antérieurs et postérieurs de l'invagination longitudinale.

Rappelons, d'ailleurs, qu'en avant et en arrière des pédicules pro-

prement dits la longueur de la crête est assez réduite. L'hypothèse n'est donc pas illogique.

En troisième lieu, les descriptions anatomiques représentent les nerfs optiques comme disposés très obliquement d'arrière en avant, de la face inférieure du cerveau vers les orbites, suivant en cela la direction normale. Chez la plupart de nos embryons, la crête optique descend verticalement de haut en bas; il en est ainsi lorsque l'invagination optique est longitudinale. Chez quelques-uns, cette crête est très nettement oblique d'avant en arrière; elle provient alors d'une invagination antérieure.

Dans la première éventualité, il se passe évidemment pour les Cyclocéphaliens le phénomène qui se passe pour l'individu normal dont les pédicules optiques primitifs sont d'abord perpendiculaires à l'axe longitudinal de la tête et deviennent, secondairement, presque parallèles à cet axe. Les causes de ce phénomène sont multiples; on doit les rechercher en particulier dans les inégalités de croissance du crâne et de la face d'une part, de l'encéphale d'autre part; on doit les rechercher aussi dans les remaniements dus à la formation des fibres optiques.

Les mêmes causes suffisent-elles à donner aux nerfs optiques la direction voulue, quand la crête embryonnaire est oblique en arrière, comme cela a lieu dans la seconde éventualité, celle d'une invagination antérieure? Nous devons faire quelques réserves. L'obliquité est extrêmement marquée, et peut-être l'action des facteurs ordinaires, tels que l'inégalité de croissance, est-elle trop faible pour provoquer un changement de direction aussi complet. Pour résoudre la question, il nous manque un certain nombre d'éléments d'appréciation. C'est ainsi qu'il faudrait savoir si le mode d'invagination antérieure se produit chez les mammifères; il faudrait surtout pouvoir suivre jusqu'à un âge avancé des embryons dont le pédicule optique est apparu par ce procédé. En l'absence de tels renseignements nous ne pouvons dire si le nerf optique est toujours, chez les Cyclopes adultes, oblique d'arrière en avant. C'est ainsi qu'il a été observé d'une façon constante; n'y a-t-il pas d'exception? Remarquons, d'ailleurs, que l'invagination antérieure est un processus moins fréquent que l'invagination longitudinale. Nous ne conclurons donc pas.

Reste la question du chiasma. Sur le fait de son existence, les

auteurs ne sont point d'accord; les uns la nient, les autres l'affirment. Tous ont très probablement raison. Leurs observations portent, en effet, sur des sujets différents et, comme on sait, il n'est pas deux individus appartenant à un même type tératologique, qui soient absolument semblables ; on relève toujours des uns aux autres un certain nombre des variations secondaires. Or, ces variations sont particulièrement importantes chez les Cyclocéphaliens, puisque les uns ont deux yeux et les autres n'en ont qu'un. L'existence ou le non-existence d'un chiasma doit être corrélative de ces variations.

Mes recherches ne m'ont rien appris de positif sur ce point; je crois pouvoir affirmer, cependant, que, parmi les dispositions observées touchant les dérivations optiques qui donnent naissance à deux yeux ou à un œil double, il n'en est pas une qui soit incompatible avec la formation subséquente d'un chiasma. Son existence, dans de telles conditions, ressort, du reste, des descriptions de Phisalix. Au contraire, quand un seul œil se développe, il me paraît logique d'admettre que la portion du tronc optique correspondant à l'œil avorté doit également subir un avortement corrélatif. Dans ce cas, il ne saurait être question d'entrecroisement.

III. — LES AUTRES PARTIES DE L'ENCÉPHALE

A. *L'hypophyse.* — A la face inférieure de la plaque cérébrale des fœtus Cyclopes, on trouve fréquemment, mais pas constamment, une hypophyse très reconnaissable. Parallèlement, les embryons possèdent les deux ébauches constitutives de cette glande, se rejoignant dans le plus grand nombre des cas. L'une d'elles, parfois, mais une seule, est peu marquée, ou fait même défaut; par suite l'organe adulte sera incomplet, il pourra passer inaperçu. Peut-être même l'absence de l'un des bourgeons entraînera-t-elle la régression de l'autre.

Il n'y a donc, sur ce point, aucune difficulté à relier les données anatomiques et embryologiques.

B. *Cervelet. Tubercules quadrijumeaux.* — Il n'y a pas lieu non plus d'insister sur les formations cérébelleuses, constantes chez les fœtus cyclopes. Cette partie de l'encéphale se développe aux dépens d'une portion de l'axe cérébro-spinal qui ne prend en général aucune part au processus monstrueux ; son évolution doit se

poursuivre jusqu'au bout, conformément au cours régulier des phénomènes.

On doit en dire autant des tubercules quadrijumeaux. Ceux-ci ne sont pas toujours constitués d'une façon absolument normale; les *nates* d'une part et les *testes* de l'autre restent parfois confondus, il n'y a plus que deux tubercules. L'embryologie du poulet ne saurait, en aucune façon, nous renseigner sur la cause prochaine de ce processus, qui est, autant qu'on en puisse juger, un arrêt, ou peut-être simplement un retard de croissance. Il s'agit, au surplus, d'un détail tout à fait accessoire sur lequel nous ne pouvons nous arrêter plus longuement.

(*A suivre.*)

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

LA FATIGUE OLFACTIVE

Par N. VASCHIDE

Chef des travaux à l'École des Hautes Études.

(*Travail du Laboratoire de Psychologie expérimentale de l'École des Hautes Études.*)

I

La fatigue de l'odorat est une des questions extrêmement peu connues de la physiologie sensorielle. Tous les auteurs, partant de l'idée courante que l'odorat s'émousse rapidement, sont d'accord pour reconnaître que l'odorat est un des sens qui se fatiguent extrêmement vite. Dans tous les traités classiques de physiologie, il y a là-dessus peu ou pas de renseignements. « L'action prolongée d'une substance odorante, dit Landois [1], émousse rapidement la sensibilité olfactive; le nerf olfactif se fatigue au bout de quelques minutes. » Les autres auteurs n'en décrivent guère plus.

Le regretté Jacques Passy [2] écrivait, il y a cinq ans : « On sait avec quelle facilité le sens de l'odorat s'émousse; si l'on sent deux roses parfaitement pareilles, la seconde paraît toujours sentir moins fort. Ce qu'il y a de particulier pour l'odorat, c'est la lenteur avec laquelle les fonctions olfactives retrouvent leur intégrité; si les excitations ont été fortes et prolongées, il faut plusieurs jours pour que la sensibilité reparaisse. Enfin, lorsque ces excitations

1. Landois, *Traité de pysiologie humaine*, trad. franç. d'après la 7e allemande, Reinwald, 1894, p. 904.

2. Jacques Passy, Revue générale sur les sensations olfactives, *Année psychologique*, 1896, p. 387.

sont constantes et habituelles, pour ceux qui par leur genre de vie sont constamment exposés à l'action de parfums très concentrés, il s'établit un état définitif, ou tout au moins extrêmement durable, d'anosmie relative, anosmie qui n'est pas le signe d'une détérioration de l'appareil olfactif, mais qui représente une véritable adaptation à un milieu différent, stable parce qu'elle s'applique à un milieu stable ». Si les parfumeurs ne sont pas plus incommodés par les odeurs qu'ils respirent, cela tient, d'après Jacques Passy, à ce qu'ils ne les sentent plus. Et plus loin cet auteur ajoute, « qu'il est bien clair qu'il s'agit de l'acuité olfactive et non de la finesse; celle-ci chez les parfumeurs se développe d'une façon extraordinaire[1] ».

En dehors de la simple critique, que les observations de J. Passy ne reposent pas sur des faits expérimentaux, je ne saisis pas bien ce qu'il entend par la différence entre l'acuité olfactive et la finesse olfactive chez les parfumeurs. Une sensation est d'autant plus fine qu'elle est plus aiguë. J. Passy veut sans doute parler de la différence entre la sensation et la perception, c'est-à-dire entre la faculté de sentir une odeur sans la déterminer, et celle de pouvoir la reconnaître, confusion qui se rencontre dans la plupart des travaux sur l'olfaction et qui tient surtout aux défauts des méthodes employées.

Comme recherches expérimentales on ne peut citer du travail de J. Passy que deux faits, bien sommaires d'ailleurs.

Cet auteur, constatant que la fatigue était plus grande pour les odeurs faibles que pour les fortes, a essayé de déterminer expérimentalement ce phénomène et a trouvé que la vaniline se sentait moins bien que le camphre, comme on le voit ci-dessous, à la fin d'une séance.

	Vaniline.	Camphre.
	—	—
Début de la séance	0,0005	1
Fin de la séance	0,01	5

Il faut arriver à Aronsohn[2] pour pouvoir mentionner des recherches méthodiques, les seules d'ailleurs à notre connaissance.

Nous les reproduisons presque intégralement.

1. Jacques Passy, ouv. cité, *ibidem*.
2. Aronsohn, Expérimentalle Untersuchungen zur Physiologie des Geruchs, *Du Bois, Reymond's Archiv*, 1886, p. 321-357, chap. VII.

« Nous savons, écrit Aronsohn, par une expérience journalière que l'olfaction est vite fatiguée sous l'influence prolongée d'une odeur; par exemple, les médecins à la table d'autopsie, les pharmaciens, les malades affectés d'ulcères sentant mauvais, les ouvriers qui travaillent au nettoyage des cloaques sont, après quelque temps, moins sensibles aux autres odeurs que les autres hommes. Mais on n'a pas encore déterminé après combien de temps commence la fatigue du nerf olfactif sous l'influence d'une odeur; j'ai déjà communiqué dans mon premier ouvrage sur la *Physiologie de l'odorat*[1], une expérience grâce à laquelle on peut facilement se convaincre que la force olfactive disparaît avec une rapidité étonnante pour une odeur déterminée. Si l'on prend deux roses d'odeur également forte, et que l'on sente environ 15 secondes la rose A et tout de suite après la rose B, la rose B aura toujours une odeur beaucoup plus faible que la rose A[2]. »

L'auteur fait remarquer ensuite que la détermination de la durée d'une odeur est d'autant plus difficile à faire que la perception olfactive est intimement reliée à l'excitation du trijumeau qui, habituellement, dure plus longuement. Il en est de même pour les odeurs qu'on classe comme faisant partie de la catégorie des matières ou sources odorantes qui n'excitent pas le trijumeau; on constate toujours une certaine excitation indéniable. Nous avons pu déceler, Toulouse et moi, d'une autre manière, qui est expérimentale, cette liaison psycho-physiologique.

Le mode d'expérience consistait « à sentir uniquement la matière odorante donnée jusqu'à ce que la fatigue se produisît, puis faire une pause d'une ou trois minutes, puis recommencer de nouveau ».

Le tableau suivant, emprunté à Aronsohn, résume une grande partie de ses recherches et montre la durée de la perception olfactive pour plusieurs substances odorantes, durée mesurée avec sa méthode olfactométrique d'irrigations nasales.

1. Aronsohn, *Zur Physiologie des Geruchs*, thèse de doct., 1886., Leipzig, Veit et Cie.
2. *Ibid.*, *Expérimentale Untersuchungen*, ouv. cité. Jacques Passy cite le même exemple et sans doute il a eu connaissance du travail d'Aronsohn, qui cite d'ailleurs largement.

La durée de perception olfactive a été trouvée :

Pour la teinture d'iode............	de 4 minutes	(sujet A).
— l'huile de copahu............	— 3 —	(— A).
— —	— 3 —	(— L.-C.).
— le camphre..................	— 7 —	(— A).
— —	— 5 —	(— A).
— — 0,75 0/0..........	— 5 —	(— A).
— l'œillet Juniperi.............	— 2 —	(— D^r L).
— —	— 5 —	(— A).
— l'huile de térébenthine........	— 5 —	(— A).
— le sulfhydrate d'ammoniaque(?)	— 5 —	(— H. étud. droit).
— — — .	— 4 —	(— N. étud. droit).
— — — .	— 4 —	(— A).
— l'eau de Cologne	— 9 —	(— A).
— —	— 12 —	(— D^r L).
— —	— 10 —	(— A.-L).
— —	— 11 —	(— J.-L).
— —	— 7 —	(— L.-C).
— — { 1 0/0 d'eau...	— 50″	(— D^r L).
— — { en solutio..n.	— 1′5″	(— D^r A).
— la coumarine délayée........	— 1′45″	(— D^r L).
— la coumarine à 0,2 0/0.......	— 2′	(— A).
— — —	— 2′20″	(— G).

Et l'auteur allemand conclut que ses expériences démontrent « que le nerf de l'odorat est émoussé plutôt que tous les autres nerfs sensitifs dans un délai de quelques minutes par l'influence interrompue d'un reflexe adéquate ».

Aronsohn s'est posé une seconde question : *Combien de temps faut-il au nerf de l'odorat pour se reposer?* Dans ce but, il a fait des expériences sur lui-même et sur quelques autres personnes avec des matières odorantes d'une telle raréfaction qu'elles ne pouvaient aucunement se répandre.

1re *expérience* (Aronsohn). — Eau de Cologne 1,0 : 100 solution aqueuse. Durée du repos : une minute; durée normale d'odorat : 65 secondes.

Durée d'odorat après le 1er repos..........	45 secondes.
— — 2e —	35 —
— — 3e —	29 —
— — 4e —	20 —
— — 5e —	15 —
— — 6e —	15 —
— 7e —	25 —

Durée d'odorat après le	8e	repos	....	22 secondes.
— —	9e	—	....	22 —
— —	10e	—	....	25 —
— —	11e	—	....	20 —
— —	12e	—	....	22 —
— —	13e	—	....	15 —
— —	14e	—	....	15 —

2e *Expérience* (Dr Lewy). — Eau de Cologne 1,0 : 100, solution aqueuse. Durée du repos : une minute; durée normale d'odorat : 50 secondes.

3e *Expérience* (H. Glandt). — Coumarine 0,2 : 100, solution aqueuse. Durée du repos : 3 minutes ; durée normale d'odorat : 140 secondes.

4e *Expérience* (Dr Lewy). — Conditions identiques comme à la 2e expérience. Durée normale d'odorat : 105 secondes.

5e *Expérience* (Aronsohn). — Conditions identiques comme à la 2e expérience. Durée normale d'odorat : 120 secondes.

De ces expériences, Aronsohn tire les conclusions qui vont suivre, ajoutant qu'il le fait seulement en vue d'expériences prochaines.

1° Le nerf de l'odorat devient complètement émoussé pendant quelque temps sous l'influence interrompue d'un reflexe (adéquate déjà après quelques minutes).

2° Les nerfs de l'odorat complètement fatigués ont besoin d'une minute au moins pour le repos parfait.

3° Les périodes d'odorat deviennent plus courtes après chaque nouvelle fatigue.

Ajoutons encore qu'Aronsohn admet une énergie spécifique des divers éléments des nerfs olfactifs, comme on l'admet pour les éléments du nerf optique selon la théorie de Young-Helmholtz. Ses expériences sur lui-même ont été fortes; elles consistaient à sentir sans interruption en inspirant par le nez et en expirant par la bouche, une matière odorante jusqu'à la complète fatigue pour cette odeur; et ainsi le plus longuement possible de façon que la fatigue fût très forte et le rétablissement plus lent; il changeait alors pendant quelques instants la matière A contre une autre B, pour essayer si, malgré la faiblesse olfactive de A, l'autre B pouvait être perçue.

Et Aronsohn conclut, avec beaucoup de réserves il est vrai, qu'il semble exister des territoires nerveux différents en rapport avec les

odeurs différentes, et l'odorat étant fatigué par la sensation d'une odeur déterminée, cette fatigue s'étend également à d'autres odeurs.

On pourrait ainsi grouper en vue d'un classement les odeurs qui disparaissent dans les mêmes conditions. Ainsi « après fatigue complète pour la teinture d'iode, l'odeur de l'éther et de quelques essences était peu altérée, celle du citron, des muscades, de la térébenthine, de la bergamotte, et plus encore celle du girofle, celle de l'alcool et du camphre avaient tout à fait disparu. Après olfaction prolongée de sulfhydrate d'ammoniaque la sensibilité pour les huiles essentielles et la coumarine est à peu près intacte; au contraire, l'hydrogène sulfuré, l'acide chlorhydrique et l'eau bromée à 1/1000 n'étaient plus perçues. La fatigue pour le camphre entraîne celle pour l'eau de Cologne et le girofle [1]. »

Ces recherches sont très critiquables tant au point de vue de la méthode employée que de la signification des résultats. Jacques Passy fait justement remarquer à ce sujet que le titre des solutions odorantes étant inconnu et par conséquent l'intensité de leur pouvoir olfactif non déterminée, les résultats manquent de précision et ainsi que le choix des corps odorants, qui, n'étant pas chimiquement définis, n'était pas bon. Il reste néanmoins du travail d'Aronsohn des idées lumineuses; retenons particulièrement cette conception si logique du rapport des différents territoires nerveux avec le pouvoir olfactif spécifique des substances odorantes.

Pour être complet citons enfin quelques remarques de Beaunis [2]. Discutant la technique de sa méthode pour la mesure du temps de réaction des sensations olfactives, Beaunis écrit que, dans certains cas, l'absence de sensation est déterminée par la fatigue même de l'organe olfactif, « fatigue qui se déclare avec une très grande rapidité ».

Le mot *fatigue* ne lui semble pas exact et il propose de le remplacer par celui d'*émoussement*. « En effet, dit-il, avec les substances odorantes les expériences ne peuvent être répétées qu'un très petit

1. Nous avons ajouté ce passage en dernier lieu et nous l'empruntons à la *Revue générale sur l'olfaction* de J. Passy, ouv. cité, p. 405, n'ayant pas en ce moment sous la main le travail original d'Aronsohn.

2. H. Beaunis, Recherches sur le temps de réaction des sensations olfactives, *Revue médicale de l'Est*, 1883. N° de février, mars et avril, reproduit dans *Recherches expérimentales sur les conditions de l'activité cérébrale et sur la physiologie des nerfs*, du même auteur, p. 49-81; p. 52. Remarquons ici que Beaunis avait esquissé et apporté quelques faits à l'appui, avant Aronsohn, sur l'idée des filets nerveux distincts pour l'olfaction.

nombre de fois. Quand on a senti une fois une substance, de la valériane par exemple, il faut attendre un temps très long avant de recommencer l'expérience ; car la seconde fois on ne sent plus rien du tout, ou bien, si on sent quelque chose, c'est tellement vague et indéterminé, qu'il est impossible de préciser nettement le moment de la sensation olfactive. Cet émoussement de la sensation se produit non seulement pour une même substance, mais encore pour des substances différentes. Après avoir fait quatre ou cinq expériences au plus, la perception n'est plus nette et les expériences ultérieures n'ont plus aucune valeur. »

Selon les constatations de Beaunis, l'émoussement aurait son siège non seulement aux terminaisons périphériques des nerfs olfactifs, mais encore à l'origine même de ces nerfs. Il y aurait donc une fatigue de natnre centrale.

Une exception est faite par cet auteur pour certaines substances, comme l'ammoniaque par exemple ; l'action de ces substances ne s'épuise qu'à peine par les répétitions des excitations. Cet épuisement se produirait aussi un peu pour l'acide acétique, mais sensiblement moindre que pour les substances odorantes. L'explication tiendrait, d'après Beaunis, à ce fait que ces substances agiraient, l'ammoniaque par exemple, essentiellement sur les nerfs tactiles de la pituitaire et pas ou à peine sur les terminaisons olfactives.

Un auteur italien, Adriano Garbini [1], étudiant l'influence de la fatigue sur la durée du temps de réaction des sensations olfactives, remarque en passant que l'odorat est parmi les sens celui qui se fatigue le plus facilement.

II

Nos recherches personnelles sur la mesure de la fatigue olfactive ont été faites avec l'*osmi-esthésimètre Toulouse-Vaschide* [2], dont la technique est à l'abri des causes d'erreurs énumérées plus haut.

Les expériences consistaient à mettre sous le nez du sujet un flacon contenant du camphre en poudre pendant des temps diffé-

1. A. Garbini, *Evoluzione del senso olfattivo nella sufanzia*, Firenze, Tipografia di Salvadore Londi, 1897. Brochure, 52 pages, quelques lignes à la page 39.

2. Toulouse et Vaschide, Appareils de mesure des sensations des organes sensoriels de relation, *Revue de psychiatrie*, décembre 1900. — Brochure 1900, 5 p. Voir pour les détails technique : N. Vaschide, De l'olfactométrie, *Bulletin de laryngologie, d'otologie et de rhinologie*, 1900, IV, 5-42.

rents, de 1 à 30 minutes et plus, jusqu'à une heure. Dans la séance du 18 novembre 1899 de la Société de biologie, M. Toulouse et moi nous avons communiqué une note préliminaire sur la « *mesure de la fatigue olfactive* »; nous lui empruntons quelques données expérimentales et quelques détails de technique [1].

On avait au préalable déterminé et mesuré l'olfaction normale du sujet et on l'avait laissé se reposer durant une demi-heure. Nous nous sommes servis, M. Toulouse et moi, du camphre en poudre, la quantité d'odeur dégagée étant ainsi à son maximum. Durant la présentation un entonnoir en papier était mis autour du flacon pour réduire à son minimum le mélange de l'air externe avec les vapeurs de camphre. Immédiatement après provocation de la fatigue on mesurait l'olfaction du sujet. Et pour aller plus vite et surprendre un état de fatigue plus grand, on commençait par présenter au sujet alternativement avec de l'eau pure, une solution d'eau camphrée, antérieurement reconnue, dans la proportion de 10/10e, et alternativement, des flacons de plus en plus concentrés [2] jusqu'à ce qu'on éveillât une sensation qui mesurait l'état olfactif suivant la fatigue. On ne retenait le chiffre correspondant que si la même sensation se reproduisait concuremment avec deux reconnaissances intermédiaires de l'eau pure. Sinon on continuait à présenter des flacons de plus en plus concentrés. Dès que la sensation maxima de fatigue était déterminée, on présentait des flacons de plus en plus dilués pour déterminer, comme plus haut, la perception minima de fatigue. Nous avons dû éliminer un certain nombre d'expériences, le sujet, obéissant à une suggestion évidente, reconnaissait d'emblée le camphre avec tous les flacons et même avec celui de l'eau. Dans la recherche de minima perceptibles on laisse les sujets se reposer et on arrive à mener à bonne fin l'expérience, ce qui était impossible dans le cas admis, où il fallait mesurer rapidement le retour de l'odorat. Les précautions les plus minutieuses doivent être recommandées dans les recherches sur l'odorat; l'expérience est extrêmement délicate et exige beaucoup de tact et d'adresse.

Dans le cas d'une fatigue prolongée nous étions souvent obligés de présenter des flacons de plus en plus concentrés.

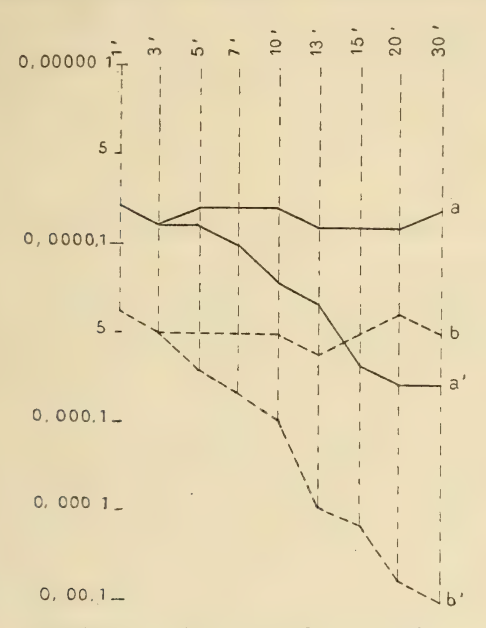
Les expériences ont été faites sur les infirmières de Villejuif et

1. Toulouse et Vaschide, Mesure de la fatigue olfactive, *Bull. Soc. de Biol.*, 18 nov. 1899, p. 913-916.

2. J'ai dû renoncer à une solution inférieure avec un nombre normal à cause de la perte de temps qui aurait faussé le résultat.

sur moi-même. Le tableau I (v. aussi graphique I) donne le détail d'une première catégorie d'expériences[1]. Les moyennes de chaque groupe ont été élaborées avec des moyennes obtenues par une vingtaine d'essais pour chaque sujet. Les chiffres indiquent les titres des solutions d'eau camphrée.

On voit par ce tableau que l'olfaction prolongée durant 5 minutes diminuait à peine le pouvoir sensoriel et que même après 30 minutes



Graphique I. — *Fatigue par l'odeur du camphre.*

a, sensation une demi-heure avant l'expérience de la fatigue; a', sensation immédiatement après l'expérience; b, perception, mêmes conditions; b', perception, mêmes conditions. Pour le détail voir les chiffres du tableau I. Les chiffres d'en haut indiquent la durée de la fatigue olfactive en minutes. On voit que tous les sujets distinguent nettement le camphre même après 30 minutes de fatigue; la perception est plus atteinte que la sensation.

les sujets sentent et perçoivent encore le camphre et le distinguent nettement parmi d'autres solutions titrées. Contrairement à l'opinion d'Aronsohn, on peut remarquer que la fatigue, qui est pour les petites durées à peu près égale pour la sensation et la perception, devient plus manifeste pour ce dernier mode d'activité sensorielle à mesure que l'olfaction se prolonge.

1. Le tableau est reproduit aussi dans mon travail fait en collaboration avec M. Toulouse; ouv. cit., *Bul. soc. biol.*, p. 914. Nos sujets, hommes et femmes, étaient des adultes âgés de vingt-quatre à trente et un ans.

TABLEAU I.

NOMBRE DES SUJETS	1/2 HEURE AVANT L'EXPÉRIENCE DE FATIGUE		DURÉE de la présentation du camphre pur.	EXPÉRIENCE IMMÉDIATEMENT APRÈS LA FATIGUE		Diminution olfactive mesurée par le rapport du poids de l'excitant avant la fatigue au poids de l'excitant après la fatigue	
	minimum de sensation.	minimum de perception.		minimum de sensation.	minimum de perception.	pour la sensation.	pour la perception.
15	8 p. 1 000 000	4 p. 100 000	1'	8 p. 1 000 000	4 p. 100 000	0	0
15	9 —	5 —	3'	9 —	5 —	0	0
13	8 —	5 —	5'	9 —	7 —	1,1	1,4
13	8 —	5 —	7'	1 p. 100 000	8 —	1,2	1,6
13	8 —	5 —	10'	3 —	1 p. 10 000	3,7	2
10	9 —	6 —	13'	4 —	5 —	4,4	8,3
10	9 —	5 —	15'	7 —	6 —	7,7	12
8	9 —	4 —	20'	8 —	9 —	8,8	22
5	8 —	5 —	30'	8 —	1 p. 1 000	10	20

D'après Passy, l'odorat retrouverait très lentement son intégrité après une fatigue un peu prolongée. Or, il résulte des recherches synthétisées dans le tableau I que le retour du pouvoir sensoriel est au contraire rapide, presque immédiat quand l'olfaction est prolongée durant moins de 5 minutes et s'opérant en moins de 2 minutes lorsque l'olfaction est prolongée durant 30 minutes.

Les variations de la moyenne sont petites pour les fatigues occasionnées par des présentations courtes; elles croissent avec l'intensité de la fatigue et sont plus importantes pour la perception que pour la sensation. En somme, les phénomènes psychologiques les plus complexes dans la fatigue comme dans toutes les modalités psycho-physiologiques, sont ceux qui différencient le plus les individus.

III

Dans une autre série de recherches nous avons étudié l'olfaction prolongée d'une solution aqueuse d'ammoniaque du commerce et d'éther à 1 pour 10, pour voir dans quelle mesure elle déterminait une diminution de l'acuité olfactive et de l'acuité olfactivo-tactile.

Des expériences faites sur 10 femmes normales il résulte qu'après 10 secondes, ayant été soumises chacune à 10 expériences en moyenne, la sensibilité à l'eau camphrée n'avait presque pas été diminuée et que la sensibilité pour les mêmes odeurs, ammoniaque et éther, l'était d'avantage. A 10 secondes de présentation, l'éther

diminue plus que l'ammoniaque la sensibilité tactile, et cela sans doute parce que c'est un anesthésique.

Le tableau (II) suivant résume ces expériences.

TABLEAU II.

NATURE DES SOLUTIONS	1/2 HEURE AVANT L'EXPÉRIENCE DE FATIGUE		DURÉE DE LA PRÉSENTATION	IMMÉDIATEMENT APRÈS LA FATIGUE	
	minimum de sensation.	minimum de perception.		minimum de sensation.	minimum de perception.
			Ammoniaque.		
Ammoniaque..	1 p. 1 000	1 p. 100	5″	4 p. 1 000	5 p. 100
Camphre......	8 p. 1 000 000	5 p. 100 000	5″	8 p. 1 000 000	5 p. 100 000
Ammoniaque..	1 p. 1 000	1 p. 100	10″	1 p. 100	1 p. 10
Camphre.....	8 p. 1 000 000	5 p. 100 000	10″	9 p. 1 000 000	7 p. 100 000
			Ether		
Ether........	1 p. 10 000	1 p. 1 000	5″	1 p. 1 000	8 p. 1 000
Camphre......	8 p. 1 000 000	5 p. 100 000	5″	8 p. 1 000 000	5 p. 100 000
Ether.........	1 p. 10 000	1 p. 1 000	10″	2 p. 100	1 p. 10
Camphre......	8 p. 1 000 000	5 p. 100 000	10″	9 p. 1 000 000	8 p. 100 000

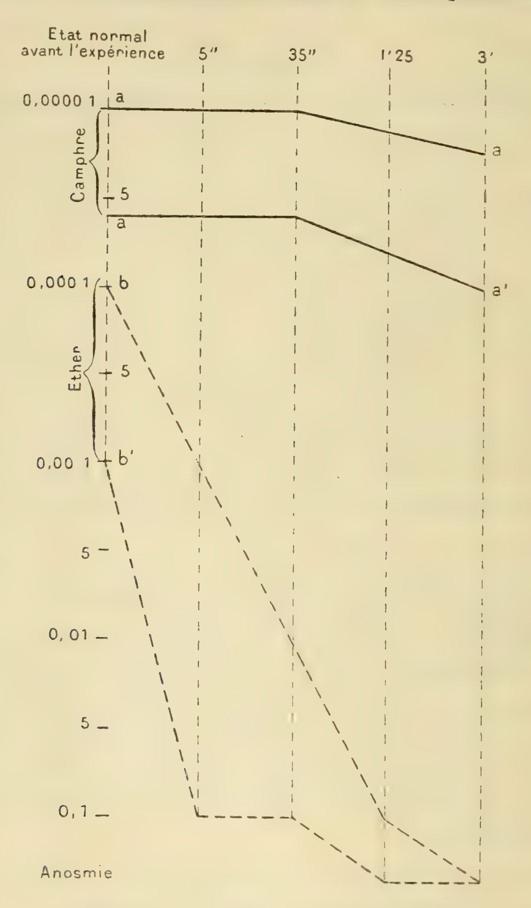
De ces faits ressort encore l'indépendance de la sensibilité tactile d'avec la sensibilité olfactive. Dans des expériences encore inédites sur la spécificité du coefficient du pouvoir de fatigue des odeurs, nous avons voulu examiner si la fatigue par l'ammoniaque est ressentie pour l'olfaction de l'éther et nous avons constaté une diminution notable. Après 10 secondes de présentation de l'ammoniaque l'éther était à peine perçue, mais alors comme sensation toute autre que celle habituelle; de son côté l'éther agit, la fatigue étant prolongée, comme anesthésique.

Voulant nous rendre compte des effets d'une fatigue prolongée, nous avons entrepris de faire des recherches dans ce sens sur nous-mêmes et sur 9 autres personnes, hommes et femmes, qui ont bien voulu se soumettre à nos expériences.

Nous avons présenté aux sujets de l'éther et de l'ammoniaque du commerce à l'état pur. Tandis que le premier (éther) a pu être toléré pendant plusieurs minutes (3) et même plus, l'ammoniaque n'a pas pu être supporté pendant plus de 35 secondes et encore avec des douleurs effroyables.

L'action prolongée de l'éther et de l'ammoniaque provoque une anosmie presque complète de la muqueuse nasale pour ces odeurs

et à la longue aussi une diminution quoique légère pour la sensibilité olfactive. L'éther a plus d'effets que l'ammoniaque. Les tableaux suivants III et IV contiennent les détails de ces expériences.



Graphique II. — *Fatigue olfactive par l'éther.*

a : Minime sensation de camphre; a', perception olfactive du camphre; b, sensation olfactive de l'éther; b', perception olfactive de l'éther.

On voit que tandis que le camphre est perçu avec de très légères diminutions — la fatigue étant provoquée par l'éther — la perception de l'éther s'annihile jusqu'à l'anosmie. — Les chiffres d'en haut représentent la durée de l'excitation olfactive.

Le tableau III (graphique) résume les recherches concernant la présentation de l'éther; il s'agit donc de la *fatigue olfactivo-tactile par l'éther*.

TABLEAU III

CORPS ODORANT	1/2 HEURE AVANT LA FATIGUE		DURÉE DE LA PRÉSENTATION DE L'ÉTHER	MINIMUM	MINIMUM
	minimum de sensation.	minimum de perception.		de sensation.	de perception.
Ether......	1 p. 10 000	1 p. 1 000	5″	1 p 1 000	1 p. 10
Camphre ..	1 p. 100 000	6 p. 100 000	5″	1 p. 100 000	6 p. 100 000
Ether......	1 p. 10 000	1 p. 1 000	35″	1 p. 100	1 p. 10
Camphre ..	1 p. 100 000	6 p. 100 000	35″	1 p. 100 000	6 p. 100 000
Ether......	1 p. 10 000	1 p. 1 000	1′25″	1 p. 10	Anosmie légère
Camphre ..	1 p. 100 000	6 p. 100 000	1′25″	2 p. 100 000	8 p. 100 000
Ether......	1 p. 10 000	1 p. 1 000	3′	Anosmie.	Anosmie.
Camphre ..	1 p. 100 000	6 p. 100 000	3′	3 p. 100 000	1 p. 10 000

Le tableau IV (graphique) résume les expériences concernant la fatigue par la présentation de l'ammoniaque.

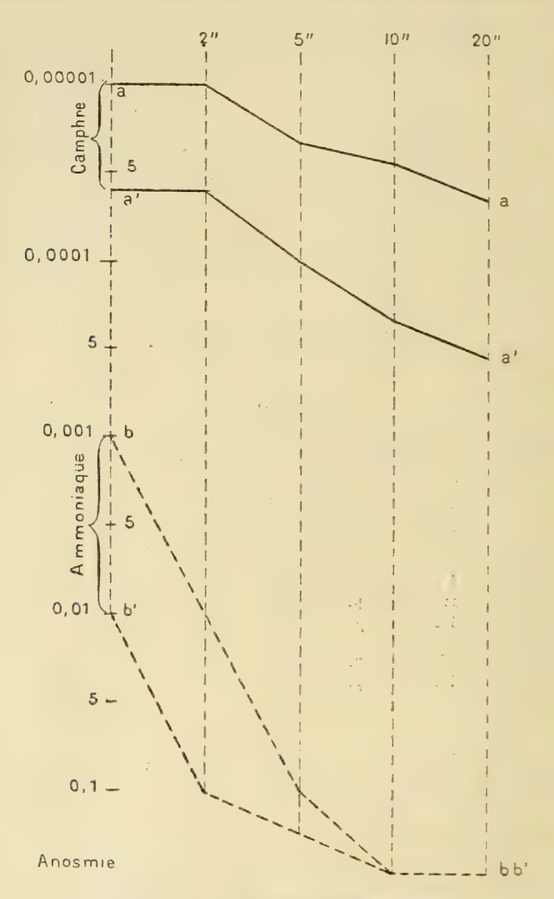
TABLEAU IV

CORPS ODORANT	1/2 HEURE AVANT LA FATIGUE		DURÉE DE LA PRÉSENTATION DE L'AMMONIAQUE	APRÈS LA FATIGUE	
	minimum de sensation.	minimum de perception.		minimum de sensation.	minimum de perception.
Ammoniaque.	1 p. 1 000	1 p. 100	2″	1 p. 100	1 p. 10
Camphre	1 p. 100 000	6 p. 100 000	2″	1 p. 100 000	6 p. 100 000
Ammoniaque.	1 p. 1 000	1 p. 100	5″	1 p. 10	Ammoniaque pur.
Camphre	1 p. 100 000	6 p. 100 000	5″	4 p. 100 000	1 p. 10 000
Ammoniaque.	1 p. 1 000	1 p. 100	10″	Sensation douloureuse d'un picotement.	Anesthésie
Camphre	1 p. 100 000	6 p. 100 000	10″	5 p. 100 000	4 p. 10 000
Ammoniaque.	1 p. 1 000	1 p. 100	20″	Anesthésie.	Anesthésie.
Camphre	1 p. 100 000	6 p. 100 000	20″	7 p. 100 000	6 p. 10 000

Les différences sont considérables et expérimentalement catégoriques.

Sur trois sujets nous avons fait des expériences encore plus prolongées; moi-même j'ai respiré l'ammoniaque pendant 36 secondes et je n'ai retrouvé la sensibilité normale olfactive qu'après cinq minutes de repos. Le camphre était perçu encore avec une différence de 0,0004 pour la sensation et de 0,00002 pour la perception. Fait assez surprenant, l'éther était perçu même après cette anosmie considérable pour l'ammoniaque, anosmie qui portait dans une certaine mesure aussi sur l'olfactibilité du camphre.

Cette dissociation de la fatigue olfactive est très intéressante a retenir surtout pour la connaissance des conditions physiques et physiologiques de l'olfaction, qui sont peu connues d'ailleurs. Il ressort encore de ce fait la distinction dans le domaine des sen-



Graphique III. — *Fatigue par l'ammoniaque.*
Même dispositif que le précédent graphique. On perçoit encore le camphre, tandis qu'on constate une anosmie complète pour l'ammoniaque.

sations olfactives de deux sortes de sensibilités, outre la sensibilité tactile de la muqueuse nasale : la *sensibilité olfactive*, ce qu'on entend habituellement par odorat et la sensibilité que nous appelons *tactilo-olfactive* : comme, par exemple, la sensibilité par l'éther et par l'ammoniaque. Le nombre des odeurs agissant de la sorte est assez restreint; les anosmiques, au sens propre du mot, ne perce-

vant absolument aucune odeur perçoivent distinctement l'odeur de l'ammoniaque du commerce en solutions titrées, de même que celle de l'éther. C'est une sensation dont la qualité olfactive est à peine définie et qui est toujours accompagnée d'un picotement léger et olfactif par lui-même, si on pouvait s'exprimer de la sorte.

Ajoutons encore que pendant nos recherches nous avons remarqué que l'éternuement survenant au cours d'une fatigue olfactive ou olfactivo-tactile diminuait ces fatigues, particulièrement la dernière dans des proportions assez grandes. Dans l'éternuement, les mucosités nasales étant chassées et la muqueuse se trouvant peut-être dans des meilleures conditions sensorielles.

IV

En résumé, la fatigue est toujours plus grande pour le corps odorant qui a provoqué la fatigue. Serait-ce que les odeurs agissent sur des territoires nerveux différents, comme le croyait Aronsohn ou comme le pensait Beaunis? Nous pensons que oui; les odeurs paraissent agir toujours individuellement d'une manière différente sur l'olfaction. Des recherches que nous pratiquons en ce moment et que nous comptons publier sous peu nous confirment davantage dans notre opinion. Nous discuterons alors plus amplement, avec des faits à l'appui, cette importante question de physiologie sensorielle.

Sur nous-même et sur 3 autres sujets : 1 femme et 2 sujets hommes, élèves du laboratoire, nous avons entrepris il y a quelque temps des recherches méthodiques dans le but de vérifier l'hypothèse de Beaunis et d'Aronsohn et nous sommes arrivés à des conclusions des plus affirmatives.

Nous avons expérimenté avec les odeurs suivantes : essence de rose de Turquie, de violette, d'ail, d'anis, de menthe, de vinaigre, de vaniline, de musc artificiel, et une série de parfums employés dans le commerce. On sentait l'odeur en respirant par la bouche jusqu'à la fatigue complète après avoir passé par plusieurs étapes expérimentales et rarement, dans des conditions expérimentalement négligeables, nous n'avons pas vu se confirmer l'hypothèse d'Aronsohn. Certaines substances odorantes paraissent plus influencer que d'autres et on pourrait facilement établir pour ainsi dire une gamme de fatigue des odeurs. Il y a encore un rapport presque constant entre le poids et la composition chimique des odeurs et la

fatigue provoquée. Mais nous reviendrons là-dessus; nous rappelons rapidement ces faits seulement pour suggérer une explication à cette dissociation de la fatigue provoquée par le camphre, l'éther et l'ammoniaque du commerce, dont nous donnons en détail les résultats des expériences faites.

V

Retenons en terminant *que l'odorat, contrairement à ce que soutiennent les auteurs, se fatigue peu.* Cela est dû sans doute en partie à ce que ce sens ne s'exerce que pendant l'inspiration et se repose durant l'expiration, c'est-à-dire durant un temps égal.

Comment se fait-il alors que, après un séjour de quelque durée dans un milieu odorant, on ne perçoive plus l'odeur ambiante? L'opinion courante est unanime, comme nous l'avons vu plus haut, à accorder pleine confiance au fait que la sensibilité olfactive s'émousse rapidement.

Beaunis[1], dans sa *Physiologie*, écrit à ce propos : « Si la sensibilité olfactive s'émousse rapidement, cet affaiblissement de la sensation se produit non seulement pour une même substance, mais encore pour les substances différentes »; et dans une *Physiologie* plus récente, celle de Viault et Jolyet[2], nous lisons : « Mais quand l'excitation est répétée, la sensation disparaît très rapidement, la sensibilité des organes terminaux s'émoussant très vite. »

L'explication de cette constatation tient d'après nous à d'autres causes qu'à la fatigue; nos expériences ont montré d'autre part que l'odorat se fatigue beaucoup moins qu'on ne le croyait. Il peut y avoir sans doute, et même il y a une cause physiologique de cette explication dans le mécanisme de la gymnastique respiratoire et de l'olfaction en général; l'atmosphère pulmonaire étant saturée de l'odeur, l'olfaction se fait pendant les deux temps de la respiration et ne se repose pas durant l'expiration, d'où une fatigue rapide, mais la vraie cause est due, sans doute, aux conditions psycho-physiologiques qui accompagnent la perception olfactive et l'activité sensorielle en général.

S'il est d'observation courante que lorsqu'on séjourne dans une

1. H. Beaunis, *Nouveaux éléments de Physiologie humaine*, 3 édit., 1888, Baillière et fils, Paris, II, p. 575.

2. Viault et Jolyet, *Traité élémentaire de physiologie humaine*, 3 éd., 1890. Doin, Paris, p. 654.

atmosphère odorante on n'en remarque au bout de quelque temps plus l'odeur, cela tient à un fait de *distraction sensorielle*. M. Toulouse et moi nous avons attiré l'attention des expérimentateurs dans une communication faite à la Société de biologie : *Attention et distraction sensorielles*[1] au courant de l'année 1899.

L'odorat, comme tous les autres sens, n'entre en jeu et en pleine activité que dans des conditions généralement voulues et sous un angle d'attention assez puissant. Dans cette communication, nous avons montré que l'on confondait avec la fatigue de l'odorat un état spécial, que l'on peut appeler *distraction sensorielle*.

Notre sphère de conscience sensorielle est limitée à l'état normal en tant qu'elle est soutenue par un état d'attention : « On peut admettre, écrivions-nous, il y a deux ans, que l'attention sensorielle est *psychologiquement* un état d'attente d'une sensation avec reviviscence des images semblables et *physiologiquement* un état de tension musculaire propre à la favoriser. La distraction peut être définie un état psycho-physiologique plus ou moins court, dans lequel le sujet n'a pas conscience d'impressions extérieures ou intérieures, dont il a habituellement ou peut volontairement avoir de nouveau et immédiatement conscience. Les maladies mentales et les anesthésies sensorielles dont la durée est plus ou moins longue et qui ne dépendent pas de la volonté des sujets sont exclues par cette définition, tout en présentant beaucoup d'analogies avec ce phénomène. L'attention et la distraction sont donc des phénomènes qui ont une intensité inverse l'un de l'autre. »

Nous ignorons les conditions physiologiques immédiates de l'attention, mais ce que nous savons c'est que psychologiquement elle est constituée par une association des idées et images bien définies avec une tendance des plus manifestes aux actes. Le coefficient qu'on peut déterminer le plus et qui nous intéresse particulièrement est celui des rapports existant entre la sensation et l'attention; ces rapports sont mesurables qualitativement et quantitativement, si bien que l'attention et la sensation sont, par rapport l'une à l'autre, à la fois causes et effets, puisque l'excitation accroît l'attention et que l'attention accroît les effets de l'excitation (sensation) [2].

1. Toulouse et Vaschide, Attention et distraction sensorielles, *Bull. Soc. de Biol.*, 1899, séance du 6 décembre, p. 964-967.
2. Toulouse et Vaschide, *Bul. Soc. de Biol.*, *ibidem*, p. 964.

La variation et l'influence des modalités de la variation de l'excitation et la distraction peuvent être mesurées par la sensation. Les variations de l'excitation sont de deux sortes : les unes paraissent être la forme nécessaire de l'impression et constituent l'ensemble des conditions biologiques qui la définissent comme activité sensorielle (l'onde visuelle pour la vision, l'onde sonore pour l'audition, etc.), elles sont en dehors de la distraction et n'ont aucune action sur elle ; les autres variations ne sont pas, au contraire, liées nécessairement comme les premières à la sensation.

Nous avons été conduits à faire ces remarques en parlant des modifications ayant lieu dans les limites de ce qui est perceptible et qui surviennent dans l'intensité de l'excitation et nous avons essayé d'établir précisément que seules, ces autres variations ne peuvent faire disparaître la sensation, qui peut, au contraire, disparaître en dehors d'elle. A ce propos, M. Toulouse et moi nous avons fait deux sortes d'expériences; dans la première catégorie, *les variations des mouvements respiratoires et par conséquent de l'excitation ne font pas disparaître la sensation chez un sujet en état d'attention sensorielle continue*, et dans la seconde catégorie d'expériences, *l'excitation restant sensiblement constante, la sensation diminue lorsque l'attention est détournée de son objet, et la distraction sensorielle apparaît* en accord avec nos postulats et nos considérations critiques expérimentales.

Nous reproduisons ici intégralement l'interprétation de ces expériences; elle explique, croyons-nous, le vrai sens psychologique de même que la structure psycho-physiologique des conditions qui accompagnent et se développent parallèlement avec l'évolution de la sensation olfactive.

« Dans l'olfaction continue, écrivions nous, l'excitation étant constante, la sensation disparaît parfois (distraction), puis réapparaît (sensation) à la volonté du sujet, dès qu'il porte son attention sur cet objet. D'autre part, dans les expériences pour déterminer le minimum perceptible d'un sujet, l'excitation varie beaucoup, mais l'attention restant grande, la sensation ne disparaît pas dans les limites perceptibles. De même, les excitations restant les mêmes, la sensation diminue et disparaît (distraction), et dans d'autres expériences, au contraire, les variations de l'excitation en état d'attention ne diminuent pas sensiblement la sensation qui ne disparaît pas. Si les variations de l'excitation sont incapables de provoquer à

elles seules la distraction, c'est que la cause de ce phénomène est ailleurs. Elle n'est pas non plus dans l'épuisement, puisque le retour immédiat de la sensation deviendrait inexplicable. Et c'est pour cela que nous disons que la cause est proprement la variation de l'attention, bien que nous ne connaissions pas physiologiquement ce qu'est ce phénomène; à un autre point de vue, on peut se rendre compte que, dans la distraction comme dans la sensation, l'intensité de l'attention est le phénomène fondamental, puisqu'il peut y avoir de fausses sensations (hallucinations) sans excitation extérieure et une absence de sensation avec excitation extérieure. »

Si nous ne sentons plus une odeur dans une atmosphère odorante ce n'est pas donc que le nerf olfactif s'émousse rapidement, mais que le sujet n'est pas placé dans des conditions rigoureuses pour se rendre compte de sa puissance sensorielle olfactive. Nous pensons plus; le sujet n'a pas l'attention maxima nécessaire à la perceptibilité, il subit les influences des oscillations de l'attention et se trouve dans une de ces phases intermittentes qu'on appelle distraction.

BIBLIOGRAPHIE

E. Aronsohn. — *Zur physiol. des Geruchs*, thèse de doctorat, 1886, Leipzig, Veit et Cie.

E. Aronsohn. — Expérimentelle Untersuchungen zur Physiologie des Geruchs, *Du Bois-Reymond's Archiv*, 1886, 321-357, chap. vii.

Jacques Passy. — Revue générale sur les sensations olfactives, *Année psychologique*, 1895, p. 363-410, p. 387.

H. Beaunis. — Recherches sur le temps de réaction des sensations olfactives. In *Recherches expérimentales sur les conditions de l'activité cérébrale et sur la physiologie des nerfs*, p. 49-81, p. 52.

Toulouse et Vaschide. — Mesure de la fatigue olfactive, *Bulletin de la Société de Biologie*, 1899, p. 913-916.

Toulouse et Vaschide. — Attention et distraction sensorielles, *Bulletin de la Société de Biologie*, 1809, p. 964-967.

N. Vaschide. — De l'olfactométrie, *Bul. de laryngologie, otologie et rhinologie*, 1901. IV, p. 5-42.

BIBLIOGRAPHIE

L'Immunité dans les maladies infectieuses, par ÉLIE METCHNIKOFF, professeur à l'Institut Pasteur, membre étranger de la Société royale de Londres. 1 vol. gr. in-8 avec 45 figures en couleurs dans le texte. Masson et Cie, éditeurs.

En 1883, M. Metchnikoff, poursuivant ses études de morphologie et de physiologie comparées, a mis en relief le rôle des cellules amiboïdes du mésoderme. Il les a montrées capables de saisir les éléments variés étrangers ou non à l'organisme, et de les digérer dans leur intérieur. Il expliquait par l'activité de ces cellules le mécanisme des atrophies et de la réaction inflammatoire. Dès cette époque, M. Metchnikoff faisait prévoir le rôle prépondérant de ces cellules dans la défense de l'organisme contre les microbes et dans l'immunité contre les maladies infectieuses. Depuis, il n'a cessé de développer cette doctrine de la phagocytose qui a soulevé tant d'objections et autour de laquelle ont été livrées toutes les batailles sur l'immunité. La doctrine a résisté à tant d'attaques et aujourd'hui elle n'a plus d'adversaires de principe. Le livre de M. Metchnikoff vient donc à son heure; il réunit le nombre immense des faits découverts dans le cours des études sur l'immunité et il montre comment la doctrine phagocytaire se montre seule capable de les expliquer. Cet ouvrage, de même que celui publié par le même auteur sur l'*Inflammation*, marque une date dans notre évolution scienifique.

La cellule et les tissus au point de vue général, par M. LŒWENTHAL, professeur d'histologie à l'Université de Lausanne. Genève, Paris, 1901.

Ce petit volume présente un précieux résumé des problèmes actuels de la cytologie; il est riche d'observations et d'appréciations personnelles. Il traite successivement de la cellule comme unité anatomique; de la cellule comme partie intégrante des tissus; de la classification des éléments anatomiques et des tissus.

Le propriétaire-gérant : FÉLIX ALCAN.

Coulommiers. — Imprimerie PAUL BRODARD.

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

VIENNENT DE PARAITRE :

Le mariage. Étude de socio-biologie et de médecine légale, par **G. MORACHE**, professeur de médecine légale à la Faculté de médecine de Bordeaux. 1 vol. in-12 de la *Collection médicale*, cartonné........ 4 fr.

DU MÊME AUTEUR :

La profession médicale, *ses devoirs, ses droits*. 1 vol. in-12 de la *Collection médicale*, cartonné........ 4 fr.

Les maladies de l'orientation et de l'équilibre, par **J. GRASSET**, professeur de clinique médicale à l'Université de Montpellier. 1 vol. in-8, avec gravures, cartonné à l'anglaise........ 6 fr.

Traité médico-chirurgical de gynécologie, par **F. LABADIE-LAGRAVE**, médecin de la Charité, et **F. LEGUEU**, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, chirurgien des hôpitaux. (*Ouvrage couronné par l'Académie des sciences et par l'Académie de médecine.*) Deuxième édition entièrement refondue. 1 fort vol. gr. in-8, avec 323 grav. dans le texte, cartonné à l'anglaise........ 25 fr.

Les grands symptômes neurasthéniques. Pathogénie et traitement, par le Dr **Maurice de FLEURY**. 1 vol. in-8, avec 32 graphiques........ 7 fr. 50

L'hystérie et son traitement, par le Dr **Paul SOLLIER**. 1 vol. in-16 de la *Collection médicale*, cartonné........ 4 fr.

L'embryologie en quelques leçons, par **Ch. DEBIERRE**, professeur à la Faculté de médecine de Lille. 1 vol. in-8 avec 144 figures. 4 fr.

La névrose d'angoisse, par le Dr **P. HARTENBERG**, 1 vol. in-8........ 2 fr.

L'unité dans l'être vivant, par **F. LE DANTEC**, chargé du cours d'embryologie générale à la Sorbonne. 1 vol. in-8........ 7 fr. 50

De la division du travail social, par **E. DURKHEIM**, professeur à la Faculté des lettres de Bordeaux. 2e édit. augmentée d'une préface sur les *groupements professionnels*. 1 vol. in-8........ 7 fr. 50

L'hygiène sociale, par **E. DUCLAUX**, membre de l'Institut, directeur de l'Institut Pasteur. 1 vol. in-8, cartonné.. 6 fr.

OUVRAGES SOUS PRESSE :

Manuel d'Histologie pathologique, par Cornil et Ranvier. T. II, par MM. Durante, Jolly, Dominici, Gombault, Philippe. 1 vol. gr. in-8 avec figures en noir et en couleurs........ 25 fr.

Manuel d'électrothérapie, par le Dr Albert-Weil. 1 vol. in-12 avec figures, de la *Collection médicale*, cartonné........ 4 fr.

Traité de l'intubation du larynx, par le Dr Bonain. 1 vol. in-12, avec figures, de la *Collection médicale*, cartonné........ 4 fr.

Leçons cliniques, par le Dr F. Legueu. 1 vol. in-8 avec gravures.

Les obsessions, par le Dr Pierre Janet. 1 vol. in-8 avec gravures.

Les limites de la biologie, par le Dr Grasset. 1 vol. in-12 de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine*........ 2 fr. 50

TABLE DES MATIÈRES

Le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* paraît tous les deux mois :

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

Un numéro	6 fr. »
Un an, pour Paris	30 »
— pour les départements et l'étranger	33 »

CHAQUE LIVRAISON CONTIENT :

1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre, accompagnés de planches hors texte en noir et en couleurs, et de gravures dans le texte;

2° Des *analyses et comptes rendus* de travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangères;

IL A EN OUTRE POUR OBJET :

La *tératologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie* et la *médecine légale* dans leur rapports avec l'anatomie et la physiologie;

Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine, de la chirurgie et de l'obstétrique.*

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la librairie FÉLIX ALCAN, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6e).

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

Pratique de la chirurgie courante, par le Dr **Marius CORNET**. Préface de M. le prof. OLLIER. 1 fort vol. in-12, avec 111 gravures dans le texte. 6 fr.

La syphilis et les maladies vénériennes, par le Dr **FINGER**, de Vienne. *Deuxième édition française*, traduite d'après la quatrième édition allemande, avec une introduction et des notes, par MM. DOYON et SPILLMANN. 1 vol. in-8 avec 6 planches en couleurs, lithographiées, hors texte.... 12 fr.

Anatomie et physiologie végétales (*à l'usage des étudiants en sciences naturelles des universités, des élèves de l'Institut agronomique, des écoles d'agriculture, etc.*), par **Er. BELZUNG**, professeur agrégé des sciences naturelles au lycée Charlemagne. 1 fort vol. in-8, avec 1700 gravures dans le texte.......... 20 fr.

FÉLIX ALCAN, *Editeur*, **108, Boulevard Saint-Germain, PAR**

DICTIONNAIRE DE MÉDECI

par les Drs **E. BOUCHUT** et **A. DESPRÉ**

Sixième Edition au courant des derniers Progrès de la Science.

1 magnifique volume de 1630 pages in-4° sur 2 colonnes, avec 1000 gravures dans le texte, **Indispensable aux**

PRIX : BROCHÉ, 25 FR.; — RELIÉ, 30 FR. *Franco contre Mandat.*

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

MAY 9 1902

7514

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

Fondé par **CHARLES ROBIN** (1864-1885)

Continué par **GEORGES POUCHET** (1885-1894)

PUBLIÉ PAR **MATHIAS DUVAL**

Membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine

AVEC LE CONCOURS DE MM.

RETTERER
Professeur agrégé à la Faculté de médecine
de Paris.

TOURNEUX
Professeur à la Faculté de médecine
de Toulouse.

XXXVIIIe ANNÉE, 1902. — N° 2. — MARS-AVRIL

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

PARIS, 6^e

1902

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

Journal de l'Anatomie
et de la Physiologie normales et pathologiques

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

Fondé par Ch. Robin, continué par Georges Pouchet.

Directeur : MATHIAS DUVAL, de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine.
Avec le concours de MM. les professeurs Retterer et Tourneux

38e année, 1902. (*Paraît tous les deux mois.*)

Un an : Paris, **30** fr.; départements et étranger, **33** fr. — La livraison, **6** fr.

AUTRES PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

Revue de Médecine et Revue de Chirurgie

La *Revue de médecine* et la *Revue de chirurgie*, qui constituent la 2e série de la *Revue mensuelle de médecine et de chirurgie*, paraissent tous les mois; chaque livraison de la *Revue de médecine* contient de 5 à 6 feuilles grand in-8; chaque livraison de la *Revue de chirurgie* contient de 8 à 9 feuilles grand in-8.

S'ADRESSER POUR LA RÉDACTION :

Revue de médecine : à M. le Dr **Landouzy**, 4, rue Chauveau-Lagarde, à Paris (8e), ou à M. le Dr **Lépine**, 30, place Bellecour, à Lyon.

Revue de chirurgie : à M. le Dr **F. Terrier**, 11, rue de Solférino, Paris (7e).

POUR L'ADMINISTRATION :

A M. **Félix Alcan**, libraire-éditeur, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6e).

PRIX D'ABONNEMENT :

Pour la Revue de Médecine		Pour la Revue de Chirurgie	
Un an, Paris	**20** fr.	Un an, Paris	**30** fr.
— Départements et étranger.	**23** fr.	— Départements et étranger.	**33** fr.
La livraison, **2** fr.		La livraison, **3** fr.	

Les *deux Revues* réunies, un an, Paris, **45** fr.; départements et étranger, **50** fr.

Les quatre années de la *Revue mensuelle de médecine et de chirurgie* (1877, 1878, 1879 et 1880) se vendent chacune séparément 20 fr.; la livraison, 2 fr.

Les vingt et une premières années (1881 à 1901) de la *Revue de médecine* se vendent le même prix. Les dix-huit premières années de la *Revue de chirurgie*, 20 fr. Les autres années, 30 fr.

Annales d'électrobiologie
d'électrothérapie et d'électrodiagnostic

Publiées sous la direction de M. le Dr E. DOUMER,
professeur à la Faculté de médecine de Lille, docteur ès sciences.

D'Arsonval (A.), membre de l'Institut, professeur au Collège de France; Benedikt (M.), professeur d'électrothérapie à l'Université de Vienne; Chatzki (S.), professeur agrégé à l'Université de Moscou; Chauveau, membre de l'Institut, professeur au Muséum; Dubois (P.), privat-docent d'électrothérapie à Berne; Erb (W.), professeur de clinique médicale à l'Université de Heidelberg; Grunmach (H.), professeur de radiologie à l'Université de Berlin; Heger (P.), directeur de l'Institut physiologique Solvay, Bruxelles; Hermann (L.), professeur de physiologie à l'Université de Kœnigsberg; Kronecker (H.), professeur de physiologie à l'Université de Berne; La Torre (F.), professeur agrégé à l'Université de Rome; Leduc (S.), professeur de physique médicale à l'Ecole de médecine de Nantes; Lemoine (G.), professeur de clinique médicale à l'Université de Lille; Oudin (P.), ancien interne des hôpitaux; Prévost (J.-L.), professeur de physiologie à l'Université de Genève; De Renzi, professeur à l'Université de Naples; Schiff (E.), professeur agrégé à l'Université de Vienne; Tigerstedt (R.), professeur de physiologie à l'Université de Helsingfors (Finlande); Tripier (A.), de Paris; Waller (A.), professeur de physiologie à St-Mary's Hospital Medical School, Londres; Weiss (G.), professeur agrégé à l'Ecole de médecine, Paris; Wertheimer (E.), professeur de physiologie à l'Université de Lille; Wertheim-Salomonson (J.-K.-A.), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Un an : Paris, **26** fr.; départements et étranger, **28** fr. — La livraison, **5** fr.

Revue de l'École d'Anthropologie de Paris

RECUEIL MENSUEL (**12e année, 1902**)

PUBLIÉ PAR LES PROFESSEURS.

Abonnement : France et étranger, **10** fr. — Le numéro, **1** fr.

Revue de Thérapeutique Médico-Chirurgicale

Rédacteur en chef : Dr RAOUL BLONDEL.

Un an : France **12** fr.; étranger, **13** fr.

MAY 9 1902

NOTE SUR QUELQUES VARIÉTÉS

DE LA

DIRECTION DU MEMBRE SUPÉRIEUR

Par MM.

Ch. FÉRÉ et **Ed. PAPIN**

Médecin de Bicêtre — Interne provisoire des hôpitaux de Paris.

I. — Lorsque le membre supérieur pend le long du corps, la paume de la main tournée en avant, l'avant-bras forme avec le bras un angle plus ou moins ouvert en dehors. Lorsque l'avant-bras se fléchit sur le bras, la main, restée étendue, se porte plus ou moins en dehors de l'épaule suivant que cet angle est moins ou plus ouvert. On peut apprécier la déviation en dehors de l'avant-bras aussi bien dans la flexion que dans l'extension. Cependant les anatomistes qui se sont intéressés à cette étude ont pris leurs mesures dans l'extension, en considérant en général l'angle formé par l'axe du bras et le bord cubital de l'avant-bras.

Malgaigne[1] admet que cet angle est de 165°, Schmid[2] l'évalue à 176° chez le blanc et à 178 chez le nègre, Kyrklund[3] à 166°,6, Bertaux[4] à 169 chez l'homme et à 168 chez la femme, Potter[5] à 173 chez l'homme et à 167 chez la femme, Rieffel[6] de 159 à 178. L'un de

1. Malgaigne, *Traité d'anatomie chirurgicale*, 2e éd., t. II, p. 634.
2. F. Schmid, Ueber die gegenseitige Stellung der Gelenk- und Knochenaxen der vorderen und hinteren Extremität bei Wirtelthieren, *Arch. für Anthropol.*, 1873, VI, p. 181.
3. Kyrklund, *Zeitschrift für Anat. und Entwicklungeschichte*, 1879, p. 321.
4. A. Bertaux, *L'humérus et le fémur considérés dans les espèces, les races humaines suivant l'âge et le sexe*, 1891, p. 26.
5. P. Potter, On obliquity of the arm of the female in extension. The relation of the forearm with the arm in flexion, *Journ. of anat. and phys.*, 1895, XXIX, p. 488.
6. H. Rieffel, Études sur le cubitus valgus et le cubitus varus, *Revue d'Orthopédie*, 1897, p. 243.

nous avait déjà remarqué la variabilité considérable de cet angle chez les épileptiques mâles [1], et avait constaté des différences de 25°, c'est-à-dire de 150 à 175. Chez les aliénés on observe les mêmes variations et dans quelques cas on constate une déviation externe de l'avant-bras qui constitue un véritable cubitus valgus (Mickulicz) indépendant du rachitisme, des arthropathies et des lésions traumatiques. Nous avons examiné 194 sujets adultes.

La symétrie de l'angle huméro-cubital est rare; nous ne l'avons trouvée que 22 fois, soit 11,34 pour 100. Sur 107 sujets l'angle est plus grand à gauche, soit 55,15 pour 100, et sur 65 il est plus grand à droite, soit 33,50 pour 100. On voit que la déviation externe, la tendance au valgus, est notablement plus fréquente à droite.

Le tableau suivant peut donner une idée de la fréquence relative des différents angles.

Angles	à droite	à gauche
De 140° à 144°	2	1
— 145 à 149	7	4
— 150 à 154	18	17
— 155 à 159	49	43
— 160 à 164	82	81
— 165 à 169	26	37
— 170 à 174	10	9
— 175 à 176		2
	194	194

En somme les différences de l'angle huméro-cubital varient de 140 à 176, mais elles oscillent le plus souvent entre 155 et 170.

Les déviations naturelles peuvent dépasser en étendue les déviations pathologiques. Dans le cas de Mirallié [2], où il existait des signes multiples de rachitisme, chapelet costal, genu valgum, l'angle huméro-cubital était de 147 à gauche et de 155 à droite. Les déviations que nous observons ne coïncident avec aucune malformation du corps de l'humérus ou du cubitus, et paraissent résulter d'anomalies des surfaces articulaires, peuvent donner lieu à des erreurs d'interprétation, surtout à la suite de traumatismes ou d'affections articulaires.

1. Ch. Féré, La main, la préhension et le toucher, *Revue philosophique*, 1896, t. XLI, p. 621.
2. Mirallié, Un cas de cubitus valgus double, *Rev. d'Orthopédie*, 1896, p. 146.

Le cubitus valgus paraît passible d'une explication analogue à celle que l'on donne du genu valgum, le défaut de développement de la portion externe de la surface articulaire de l'humérus.

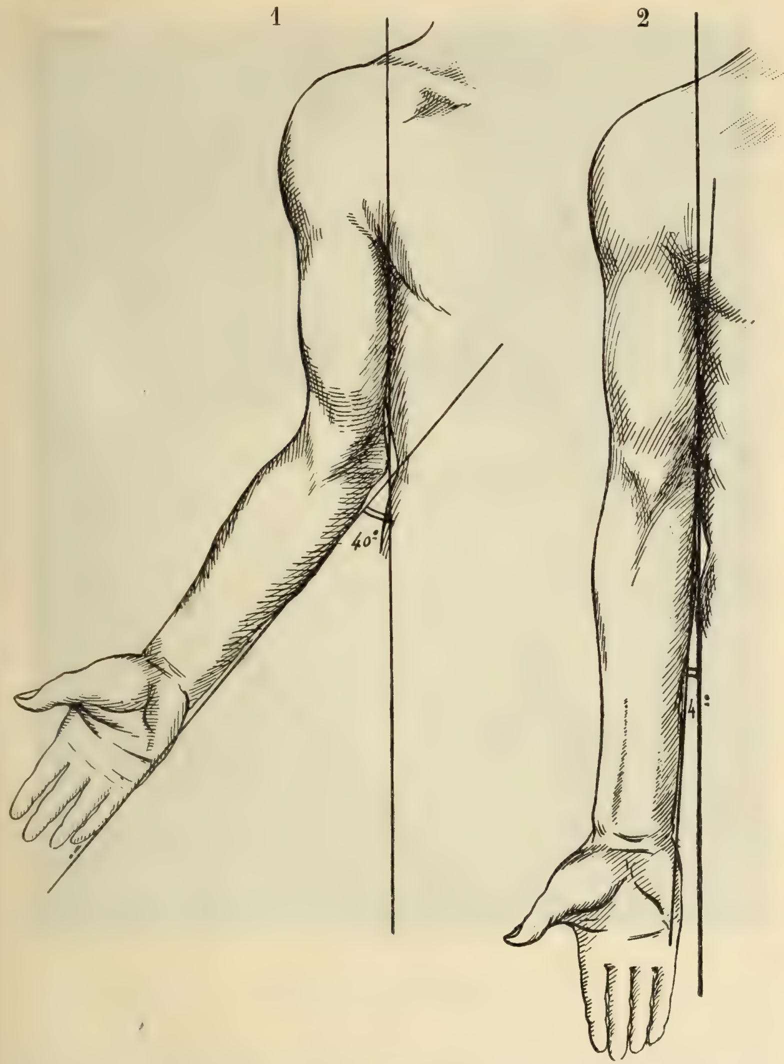


Fig. 1 et 2. — Variétés extrêmes de l'angle externe formé par l'avant-bras et le bras. — 1. Angle minimum de 140°. — 2. Angle maximum de 176°.

Les différences extrêmes dans la direction relative de l'avant-bras seront mieux comprises, si on les schématise en représentant le membre dans l'extension (fig. 1 et 2). La représentation de ces

mêmes différences dans la flexion (fig. 3 et 4) fait comprendre leur intérêt au point de vue de la fonction. Lorsque les bras sont appliqués au tronc, comme chez l'individu représenté fig. 3, la flexion

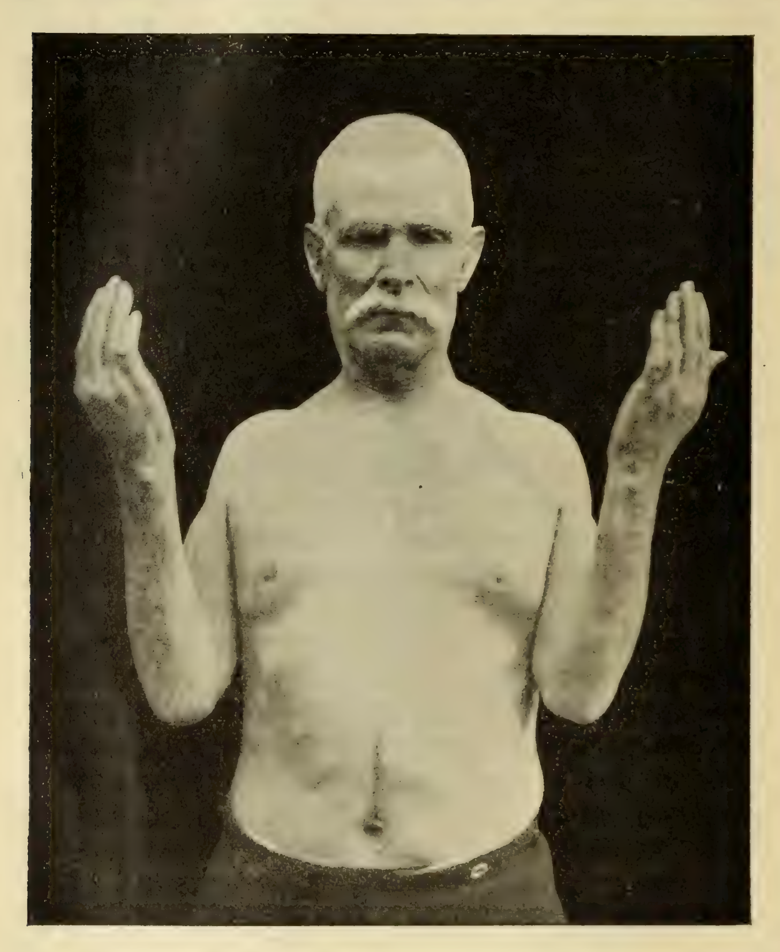


Fig. 3. — Attitudes des avant-bras dans la flexion chez un sujet dont l'angle huméro-cubital externe est de 140°.

de l'avant-bras ne peut diriger la main vers l'épaule. Dans la même attitude du bras et dans la flexion à angle droit de l'avant-bras, la pronation est très limitée, au point de rendre l'écriture difficile.

II. — Les mouvements de rotation de l'avant-bras présentent aussi chez l'homme des variétés d'étendue considérables.

Ce mouvement de rotation est complexe : on admet que la mobilité du radius sur le cubitus, et des deux ou de l'avant-bras sur l'humérus y concourt[1]. En général, quand le coude est appliqué au corps et l'avant-bras fléchi à angle droit, la paume de la main peut se

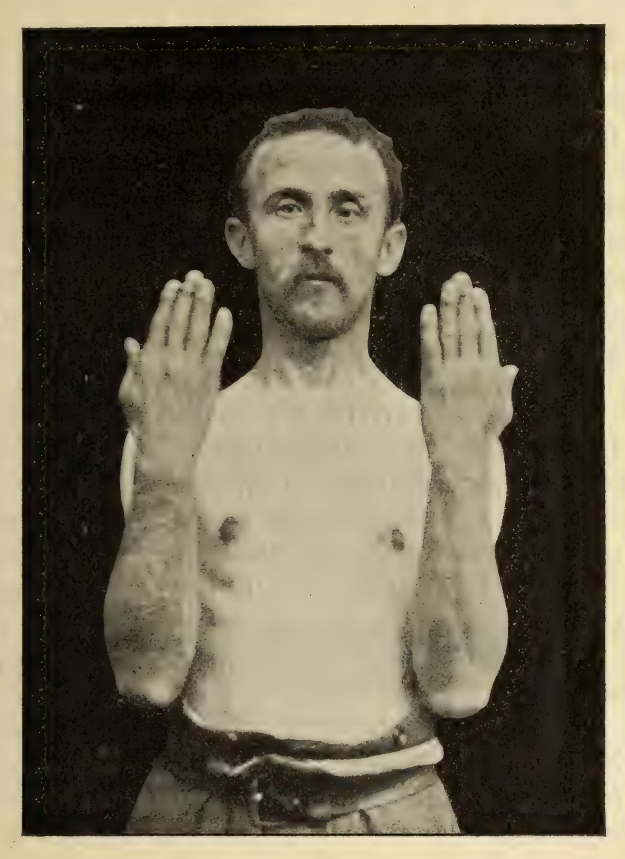


Fig. 4. — Attitude des avant-bras dans la flexion chez un sujet dont l'angle huméro-cubital externe est de 176°.

placer horizontalement en bas ou en haut; ses bords décrivent un arc de 180°. Mais le mouvement de rotation peut se restreindre dans la supination et rester en défaut de 45°. C'est un fait qu'on observe souvent chez les dégénérés et en particulier chez les épileptiques[2]. Dans d'autres cas, au contraire, la supination peut

1. R. J. Anderson, Rotation of the forearm, *The Lancet*, 1901, t. II, p. 1333.
2. Ch. Féré, *Les épilepsies et les épileptiques*, Paris, F. Alcan, 1890, p. 415.

s'étendre jusqu'à 40 ou 45° au delà de l'horizontale. C'est ce que nous voyons chez un de nos malades. Lorsque nous plaçons l'avant-bras de cet individu en supination forcée derrière l'avant-bras d'un autre qui présente la disposition inverse, les faces antérieures de ces deux avant-bras en supination forcée se coupent à angle droit.

III. — Le membre supérieur peut présenter d'autres déviations latérales au niveau de l'articulation du poignet. Ces déviations peuvent être attribuées aussi à des anomalies de développement des os de l'avant-bras, anomalies qui se manifestent par une disproportion.

On observe assez souvent une difformité du poignet, subluxation spontanée du poignet (Madelung, Tripier, etc.), subluxation de la main en avant, et caractérisée par une saillie anormale de l'extrémité inférieure du cubitus sur la face dorsale et une saillie en avant de l'éminence hypothénar. La région se déforme en dos de fourchette. Le caractère le plus constant de cette déformation c'est l'augmentation de volume de l'extrémité inférieure du cubitus qui forme le plus souvent une saillie postérieure rappelant une exostose. Cette déformation est souvent symétrique, et elle peut être héréditaire[1]. Le plus souvent on ne peut la rattacher à aucune cause accidentelle ou pathologique. Elle apparaît ordinairement à l'adolescence. On peut l'attribuer avec Redard[2] à une perturbation dans la croissance et le fonctionnement des cartilages de conjugaison. La mobilité anormale des os est un fait accessoire et secondaire.

Outre l'hérédité, la symétrie et l'absence ordinaire de cause provocatrice démontrable, l'origine développementale s'appuie encore sur la fréquence de la déformation chez les sujets qui présentent le plus souvent des tares tératologiques. L'un de nous a déjà relevé cette fréquence chez les épileptiques[3]. Sur 148 épileptiques mâles adultes, 25 la présentaient très marquée. Sur 50 vieillards

1. A. Guépin, Laxité congénitale de l'articulation radio-cubitale inférieure et subluxation consécutive de la tête du cubitus en arrière, *C. R. de la Soc. de Biologie*, 1892, p. 627. — D. Malfuson, *Déformation du poignet, d'origine probablement rachitique*, th., 1894, p. 29. — Ch. Féré, Note sur les difformités du développement du cubitus et de la clavicule, *Revue de Chirurgie*, 1896, p. 399. — Jagot, Sur un vice héréditaire de conformation des deux poignets, *Arch. méd. d'Angers*, 29 avril 1897. — A. de Keyser, Subluxation spontanée du poignet, *Journ. med. de Bruxelles*, 1901, p. 593.

2. Redard, Sur une déformation rare du poignet. *Arch. gén. de méd.*, 1892, t. II, p. 651.

3. Ch. Féré, *loc. cit.*, *Revue de Chir.*

examinés comparativement elle n'existait que 4 fois : c'est-à-dire que chez des sujets normaux ayant subi plus d'influences traumatiques et pathologiques, on ne la trouvait que 8 fois p. 100, tandis que chez les dégénérés on la rencontre dans la proportion de 16,89 p. 100. Sur 2 épileptiques seulement elle était également marquée de 2 côtés, sur 18 elle était plus marquée à droite, sur 3 seulement elle était plus marquée à gauche.

Nous avons repris cette étude sur 210 aliénés adultes ou âgés; nous trouvons la déformation bilalatérale sur 74, unilatérale sur 21, soit dans la proportion de 45,23 p. 100. Parmi les 74 déformations bilatérales, 45 sont sensiblement égales, 25 prédominent à droite, 4 seulement à gauche; parmi les 21 déformations unilatérales, 16 siègent à droite, et 5 à gauche.

La notable prédominance de la déformation à droite semble indiquer que le travail précoce a pu, chez nos sujets, qui sont en grande majorité des manœuvres, influencer l'anomalie de développement du cartilage de conjugaison. Ce rôle du travail est rendu plus vraisemblable encore, si on considère que la déformation est plus fréquente chez les aliénés que chez les épileptiques incapables de naissance ou du moins plus prématurément de tout travail, et mieux pourvus de stigmates tératologiques.

La déformation la plus fréquente de l'extrémité inférieure du cubitus est son épaississement sous forme de tubérosité dorsale. Cette déformation se complique en général d'un certain degré de subluxation du carpe vers la face palmaire. Ce déplacement de la main coïncide quelquefois avec une déviation de la main vers le bord radial, déviation qui tient à un léger allongement du cubitus : la subluxation du poignet coïncide alors avec un carpus valgus.

ÉTUDES
SUR LA SPERMATOGÉNÈSE
CHEZ LE MOINEAU DOMESTIQUE

Par Gustave LOISEL

(*Suite et fin*[1].)

(Planches II a V.)

II. — LA SPERMATOGÉNÈSE PROPREMENT DITE.

Dans ce travail, nous considérerons successivement les questions suivantes :

I. *La marche générale de la spermatogénèse chez le Moineau.*

II. *Les cellules germinatives et la nature glandulaire du testicule.*

III. *Les spermatogonies et les spermatocytes.*

IV. *Les spermatides et leur transformation en spermatozoïdes.*

V. *Les cellules de Sertoli et les phénomènes de tactisme dans la spermatogénèse.*

VI. *La présence du fer dans l'épithélium séminifère.*

Nous terminerons enfin par des conclusions générales présentant le résumé succint de ce nouveau travail.

I. — **Marche générale de la spermatogénèse.**

Les premiers faisceaux de spermatozoïdes apparaissent, dans le testicule du Moineau, lorsque cet organe a atteint une longueur de

1. Voir : Etudes sur la spermatogénèse chez le Moineau domestique. I. La Préspermatogénèse, *Journ. de l'Anat. et de la Phys.*, 1900, p. 160-185, avec 4 pl., et 1901, p. 193-216, avec 2 pl. et 14 fig. dans le texte. Une vue d'ensemble de ces premières recherches vient de paraitre dans la *Bibliographie anatomique*, 1902, t. X, p. 70-82, avec 6 fig. dans le texte. Les résultats contenus dans ce nouveau mémoire ont été communiqués à l'Académie des sciences et à la Société de biologie à partir du mois de décembre 1900.

sept à huit millimètres, c'est-à-dire vers le milieu ou à la fin de mars. Pendant tout l'été, on voit des faisceaux fixés par leurs têtes au sommet des cellules de Sertoli (fig. 62, pl. V), mais on n'en trouve, dans la lumière des tubes séminipares, qu'à certains moments seulement.

La spermatogénèse proprement dite du Moineau ne se fait pas, en effet, d'une façon aussi continue que chez les Mammifères étudiés jusqu'ici. Elle procède par poussées successives.

Cette particularité rend les testicules du Moineau beaucoup plus favorables, pour l'étude, que ceux des Mammifères, car presque toujours on peut voir, sur une même coupe, les différentes espèces cellulaires composant l'épithélium séminifère. Cependant l'ensemble de la spermatogénèse est peut-être aussi difficile à saisir à première vue; c'est cet ensemble que nous allons présenter, tout d'abord, en nous aidant des figures de la planche II.

Prenons, comme point de départ, le moment où un faisceau de spermatozoïdes vient d'être formé et se voit, à l'état de repos, enfoncé dans la partie supérieure d'une cellule de Sertoli (fig. 6).

Dès ce moment commence la formation d'une autre lignée séminale, de celle qui remplacera ce faisceau, une fois qu'il se sera détaché de l'épithélium séminifère. Les spermatocytes, qui avoisinent immédiatement le sommet de la cellule de Sertoli, se divisent alors, successivement, deux fois, pour former des éléments de plus en plus petits : d'abord des spermatocytes de deuxième ordre ou cellules d'Ebner (C^2, fig. 1), puis des spermatides ou jeunes spermatozoïdes (*id.*) qui attendront, pour se tranformer définitivement, la chute du faisceau de spermatozoïdes considéré.

Au fur et à mesure de leur formation, les spermatides s'insinuent peu à peu au-dessous de ce faisceau. Poussés par les éléments nouveaux qui se forment continuellement derrière eux, ils empiètent de plus en plus sur le sommet de la cellule de Sertoli et finissent par former une couche cellulaire continue, entre la cellule de Sertoli et le faisceau. Cependant ce dernier reste encore en place, fixé maintenant au milieu des spermatides (fig. 1 et 4).

(Du reste, pendant que se forment ainsi les jeunes spermatozoïdes du faisceau suivant, la cellule de Sertoli (S) entre elle-même en régression; en effet, elle a terminé la sécrétion que nous étudierons plus tard et son corps cellulaire semble se rétracter autour du noyau, comme cela se présente dans toute cellule mérocrine).

Au-dessous de cette première zone de multiplication, on voit, fig. 1 et 4, d'autres spermatocytes en voie de croissance (C^1) ; puis, plus bas encore, on trouve la zone des spermatogonies (Go) et des cellules germinatives (Ge) qui touche la paroi du tube et dans laquelle se trouve la cellule de Sertoli en régression (S). Mais on remarque que ces spermatogonies ne présentent ici aucune figure de cinèse ; elles ne se diviseront activement, en effet, qu'après la chute du faisceau de spermatozoïdes.

Cette chute, déterminée sans doute par la turgescence qui accompagne tout rapprochement sexuel, se fait par une sorte de clivage qui intéresse en même temps tous les faisceaux voisins (fig. 3). Une fente se produit dans la zone des spermatides, de sorte que les spermatozoïdes entraînent avec eux un grand nombre de spermatides non transformés [1].

Une vaste plaie se forme donc, à ce moment, à la surface de l'épithélium séminifère. Cette plaie va se réparer par un processus comparable à celui de la cicatrisation ordinaire des plaies. D'abord les spermatides restés en place s'étendent à la surface de la plaie par une sorte d'éboulement passif, en même temps, probablement, que par leurs mouvements propres. Ensuite, ou en même temps, les spermatocytes entrent dans une activité cinétique particulière pour former de nouveaux spermatides et cette activité s'étend bientôt aux spermatogonies sous-jacentes. Et ainsi, en remontant de la périphérie au centre, se forme une nouvelle lignée séminale dont les derniers éléments, les spermatides, sont au nombre de 80 à 100 en moyenne, chez le Moineau.

C'est pendant cette évolution qu'on voit une cellule germinative grossir et former une longue colonne protoplasmique ; cette colonne va rejoindre le groupe des spermatides nouvellement formé et se transforme ainsi en une cellule de Sertoli nouvelle. Dans cette cellule apparaît un produit de sécrétion et ce produit, s'écou-

1. Chez les Mammifères, Regaud (1899) a observé plusieurs fois des chutes massives de l'épithélium séminal qu'il faut peut-être rapprocher des phénomènes de clivage que je décris ici.

La bibliographie de la spermatogénèse a été donnée assez de fois pour que nous puissions nous dispenser de la répéter à nouveau, dans notre mémoire. Nous renvoyons donc le lecteur français au *Traité d'Histologie* de Renaut, par exemple, ou, mieux encore, au mémoire de Regaud, actuellement en publication dans les *Archives d'Anatomie microscopique* (à partir de mai 1901, t. IV) ; consulter, enfin, les diverses années de l'*Année biologique* de Delage. Nous ne donnerons ici que les indications bibliographiques concernant les travaux les plus récents.

lant continuellement vers les spermatides en transformation, exerce sur eux une excitation unilatérale d'où résulte leur groupement en faisceau, au sommet de cette nouvelle cellule de Sertoli.

Revenus ainsi à notre point de départ, nous allons étudier maintenant, de plus près, les différentes formes de cellules qui composent l'épithélium des tubes séminipares.

Partant de la périphérie de cet épithélium pour monter vers le centre des tubes séminipares, nous allons rencontrer successivement (fig. 62) : d'abord une première zone (*a*) renfermant des cellules germinatives et des spermatogonies, ensuite une zone moyenne (*b*) formée de spermatocytes et à la base de laquelle on trouve placé, presque toujours, le noyau des cellules de Sertoli; puis une zone centrale (*c*) formée de spermatides et de faisceaux de spermatozoïdes; enfin une zone plus centrale encore (*d*) bordant la lumière des tubes séminipares ou la remplissant même en partie; c'est une zone sans cellules, formée en grande partie des restes du corps protoplasmique des spermatides n'ayant pas pris part à la formation des faisceaux de spermatozoïdes; c'est une couche de détritus semblable à celle que l'on trouve dans les tubes séminipares des Mammifères.

II. — Les cellules germinatives et la nature glandulaire du testicule.

La connaissance exacte de ces cellules, de leur signification morphologique et de leur rôle ne peut s'acquérir qu'en les suivant pas à pas, pendant toute l'année, d'un hiver à un autre hiver. C'est pourquoi nous reviendrons un peu sur nos études antérieures en insistant sur quelques détails nouveaux.

Pendant l'hiver, les cellules germinatives, qui sont, en beaucoup d'endroits, les seuls éléments cellulaires contenus dans les tubes séminipares (fig. XV), forment de longues colonnes cylindriques, nucléées à la base et dont les sommets se rejoignent, chez le Moineau, au centre des tubes[1].

Un examen attentif nous a montré, depuis, que ces cellules ont la

1. Les limites de ces cellules ne se voient bien qu'en employant les fixateurs à base d'acide osmique. Si l'on ne se servait exclusivement que de fixateurs à base d'acide chromique ou de sublimé, on s'exposerait à ne voir ici qu'un syncitium nucléé; c'est ce qui nous est arrivé au début de nos recherches.

structure et se comportent comme de véritables éléments glandulaires à fonctionnement mérocrine; leur protoplasma nettement fibrillaire les fait ressembler aux cellules rénales ou salivaires, par exemple; de plus on voit des granulations, puis des vacuoles, petites mais très nombreuses, apparaître périodiquement à leur sommet[1]. Là, les cellules germinatives perdent leurs limites, et l'ensemble de leurs sommets, au lieu de présenter des séparations nettes, comme à l'état de repos de la cellule, forme une zone indécise, plus ou moins vacuolaire. Chez le Moineau, cette sécré-

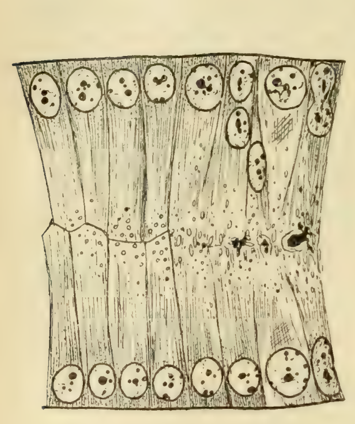


Fig. XV. — Portion d'une coupe longitudinale d'un tube séminipare d'hiver. — A gauche, cellules germinatives au repos. A droite, cellules germinatives secrétant et se divisant; en haut et en bas, deux spermatogonies en voie de formation.

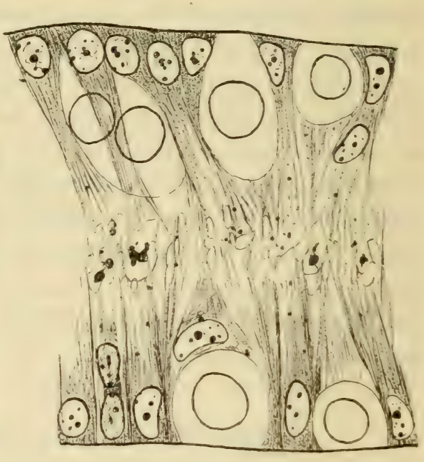


Fig. XVI. — Portion d'une coupe longitudinale d'un tube séminipare d'hiver. — Premier remaniement des cellules germinatives par la formation des spermatogonies, laissées en blanc, ici. Au centre, vacuoles de sécrétion contenant probablement des produits de dégénérescence nucléaire (en noir).

tion n'est pas assez abondante, à cette époque, pour constituer une lumière aux tubes séminipares; chez le Serin, au contraire, cette lumière apparaît de bonne heure.

La fonction sécrétante, que nous venons de reconnaître aux cellules germinatives, se retrouvera, à toute époque de l'année, dans les mêmes cellules, mais avec des variations.

En même temps qu'elles sécrètent, les cellules germinatives se

1. Regaud trouve également (1901, p. 375) que, chez le jeune rat impubère, ce protoplasma (syncitium fondamental) renferme des produits de sécrétion semblables à celui qui existe plus tard dans les cellules de Sertoli.

Plus récemment encore (*Soc. de Biologie*, 8 fév. 1902), Policard vient de montrer l'existence de vésicules de sécrétion dans le testicule impubère de jeunes Raies.

divisent (par amitose, chez le Moineau) pour former de nouvelles cellules germinatives. Mais bientôt on voit certaines de ces cellules élaborer davantage puis prendre une forme sphérique qui les a fait comparer à des ovules (*ovules mâles* des auteurs); nous avons vu que c'étaient les premiers éléments séminaux, des spermatogonies d'hiver, qui restent infertiles pendant toute la mauvaise saison.

La formation de ces grosses *spermatogonies d'hiver*, ou *spermatogonies oviformes* (Regaud), fait subir un premier remaniement aux cellules germinatives voisines. Le noyau de ces dernières cellules s'aplatit sur ses faces latérales et montre, sur les coupes, une forme triangulaire à bords plus ou moins incurvés; leur corps cellulaire se trouve également déformé sur les côtés, mais surtout dans sa région centrale, là où se forment les vacuoles de sécrétion.

On comprend que ce remaniement doit aller en s'accentuant au fur et à mesure que s'édifie l'épithélium séminifère de l'adulte, et déterminer ainsi une déformation de plus en plus grande des cellules germinatives. C'est en effet ce qui arrive. Sous l'influence de la multiplication cellulaire qui conduit à cette édification, les noyaux des cellules germinatives se trouvent refoulés contre les parois des tubes séminipares, ou entassés en certains endroits; leurs corps cellulaires, de plus en plus remaniés, semblent perdre leurs limites et former un syncitium (*syncitium fondamental* ou *nourricier* de Regaud). [Ce sont les différentes phases de ce remaniement que montrent les figures XV à XIX.]. Mais cette perte n'est qu'apparente; ce syncitium, qui paraît bien exister, en effet, n'est que secondaire, car des territoires cellulaires distincts réapparaîtront plus tard, à la suite de la régression automnale de l'épithélium séminifère.

En étudiant les cellules germinatives pendant la spermatogénèse, nous devons donc nous attendre à leur trouver une distribution très irrégulière et, en même temps, une forme qui ne rappelle plus du tout celle de l'hiver.

D'abord, si la position normale de leurs noyaux est toujours contre la paroi du tube, il n'est pas très rare, non plus, d'en trouver dans les régions plus centrales, au milieu des spermatocytes, ou même près des spermatides (fig. 4, Ge).

D'un autre côté, le nombre de ces cellules, à en juger par celui

de leurs noyaux, est très variable. Dans certaines coupes, dans les fig. 1, 2 et 6, par exemple, on n'en reconnaît pas du tout, ou bien on en trouve quelques-uns, non plus immédiatement contre la paroi du tube, mais au-dessus des spermatogonies. Dans d'autres endroits, au contraire (fig. 3 et 4), ces cellules forment une couche continue au-dessous des spermatogonies ou des spermatocytes. Enfin il n'est pas très rare de trouver des régions où les noyaux des cellules germinatives forment des amas beaucoup plus consi-

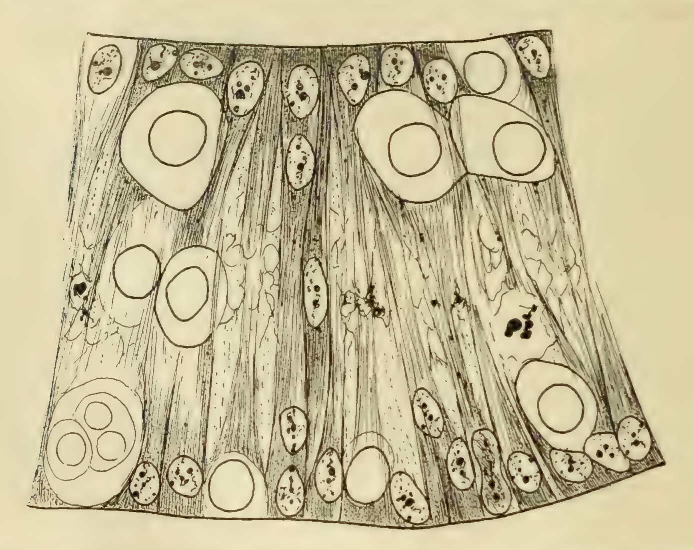


Fig. XVII. — Portion d'une coupe longitudinale d'un tube séminipare, pris au commencement du printemps. — Prolifération des spermatogonies (en blanc). Les territoires des cellules germinatives sont encore bien distincts. — Au centre, vacuoles de sécrétion.

dérables (fig. 10 et 19) qui s'enfoncent, à la manière de tractus conjonctifs, au milieu de l'épithélium séminal[1].

Les noyaux des cellules germinatives se distinguent en général très facilement à leur petitesse, à l'irrégularité de leurs contours et à leur coloration plus sombre. Leur chromatine est divisée en petits granules, caractère plus accentué encore chez les Mammifères où Regaud les a décrits sous le nom de *noyaux poussiéreux*.

Quant aux longues colonnes cylindriques qui formaient le corps

1. Cette inégalité de la répartition des cellules germinatives vient d'être signalée également chez le rat, par Regaud (1901, p. 354).

des cellules germinatives pendant l'hiver, il est impossible de les reconnaître pendant que dure l'activité sexuelle du testicule. La partie périphérique de ces corps cellulaires forme ici une zone protoplasmique continue, dans laquelle il est très difficile de trouver de place en place quelques indices de limites cellulaires. Dans ce protoplasma, principalement autour des noyaux, on peut

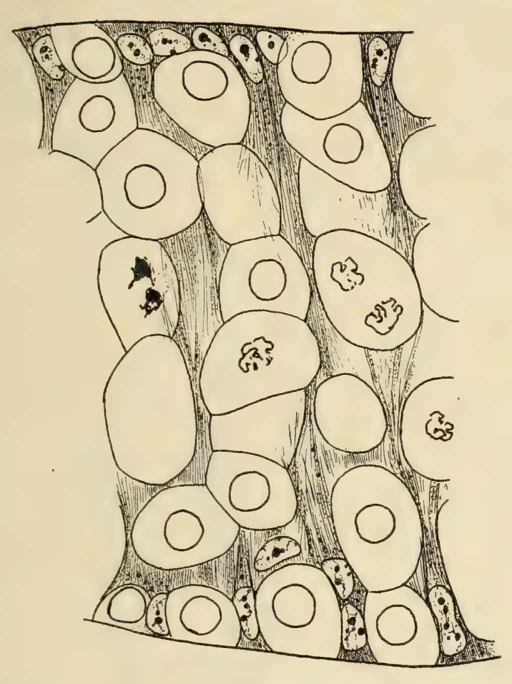


Fig. XVIII. — Portion d'une coupe longitudinale d'un tube séminipare, pris au commencement du printemps. — Apparition des premiers spermatocytes (au centre du tube). Remaniement plus accentué du corps cellulaire des cellules germinatives; la partie centrale prend l'aspect d'une substance intercellulaire; la partie périphérique prend l'aspect d'un syncitium.

distinguer, avec l'hématoxyline au fer (après fixation au formol picrique, surtout), des granulations noires qui nous montrent que les cellules germinatives ont gardé leur caractère glandulaire du début, mais ont changé le caractère de leur sécrétion. De plus, à cette époque, on y trouve, en plus, des granulations chargées de fer, comme nous le montrerons plus loin.

Par contre, la partie centrale du corps cellulaire, celle qui subit, comme de raison, le remaniement le plus profond, disparaît presque complètement. On en retrouve souvent des traces, cepen-

dant, au milieu des spermatogonies et des spermatocytes. Ce sont ces traces que certains auteurs ont décrites sous le nom de *substance intercellulaire* (Mihalkowicz, 1873; Biondi, 1885; Prenant, 1887, etc.).

On peut leur conserver ce nom, si l'on veut, quoiqu'il prête à

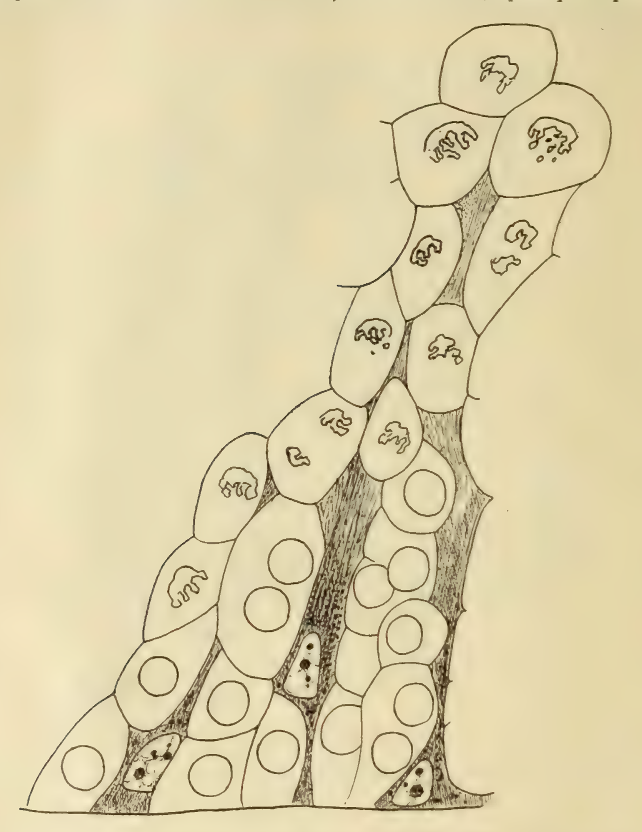


Fig. XIX. — Portion plus restreinte d'un épithélium séminifère pris à la veille de la spermatogénèse (les premiers spermatides n'ont pas encore apparu). En bas, trois cellules germinatives montrant la forme sertolienne.
Dans ces deux dernières figures, le protoplasma des cellules germinatives renferme des granulations de sécrétion chromophile.

confusion, mais il faut bien se rappeler que l'on n'a pas affaire ici à une véritable substance conjonctive; c'est une substance protoplasmique toujours en relation, probablement, avec la région où se trouvent les noyaux germinatifs. La preuve en est donnée, non seulement par ses caractères physiques, mais encore par la présence de noyaux germinatifs qu'on constate dans son intérieur

quand elle est en assez grande quantité (fig. 4, Ge); enfin l'histoire de son développement ne laisse aucun doute à cet égard.

En somme, au moment de l'activité du testicule, les cellules germinatives sont tellement remaniées que l'ensemble de leur corps cellulaire forme comme un vaste syncitium dans lequel seraient plongées les cellules séminales. Mais, ainsi que nous l'avons déjà dit, il ne faudrait pas donner trop d'importance à cette expression, car les cellules germinatives sont d'abord parfaitement distinctes. Et si, à ce moment, leurs limites semblent disparues, on doit admettre que les territoires cellulaires persistent, physiologiquement tout au moins, puisqu'ils réapparaissent bien limités, pendant l'hiver.

Les cellules germinatives ne se divisent plus ou se divisent très rarement chez le Moineau, pendant toute la durée de la spermatogénèse [1]. Par contre, dès le début du printemps, on voit certaines de ces cellules grossir et présenter bientôt une activité sécrétante particulière. Leur noyau devient plus volumineux tout en prenant un aspect vésiculeux; leur corps cellulaire forme une longue colonne protoplasmique, à structure nettement fibrillaire, colonne qui traverse toute l'épaisseur de l'épithélium séminifère et dans laquelle on voit apparaître une grande quantité de produits de sécrétion. Ces cellules germinatives hypertrophiées rappellent alors la forme et la structure des cellules germinatives de l'hiver; ce sont celles que les auteurs décrivent sous le nom de cellules de Sertoli; nous les étudierons en détail à la fin de ce travail.

En résumé, les cellules germinatives sont les éléments primitifs, les cellules souches, d'où dérivent d'abord les premières cellules séminales : les spermatogonies, ensuite une forme spéciale : la cellule de Sertoli. De plus ces cellules persistent pendant la spermatogénèse comme éléments de réserve pour reformer des spermatogonies, l'année suivante, ou pour réparer les pertes accidentelles, dues à des régressions de l'épithélium séminifère.

C'est là une conclusion que nous formulions déjà en 1900, et à laquelle un histologiste belge, Schœnfeld, arrivait en même temps et d'une façon tout à fait indépendante, en étudiant la spermatogénèse chez le Taureau [2].

1. Chez le Taureau, Schœnfeld (*Arch. de Biologie*, 1901, XVIII) a vu ces cellules continuer à se diviser à ce moment; leur division se ferait par karyocinèse. Chez le Rat, au contraire, Regaud retrouve ici nos amitoses de l'hiver.

2. Après avoir eu des idées toutes différentes, Regaud dit aujourd'hui (1901, p. 372) être d'accord avec Schœnfeld, au moins en ce qui concerne l'origine du plasma germi-

Aujourd'hui nous ajoutons à ces conclusions une notion nouvelle : celle de la nature glandulaire de la cellule germinative, continuée et exagérée encore dans la cellule de Sertoli.

Les cellules séminales nous apparaissent ainsi comme des éléments dérivés de cellules glandulaires. Dans un autre travail, nous montrerons que la glande sexuelle mâle dérive d'un épithélium anabolique ou même d'une glande à sécrétion interne; c'est le rôle primitif de cette glande que l'on retrouve avec des caractères et des adaptations particuliers, dans la sécrétion des cellules germinatives, des cellules de Sertoli et des cellules interstitielles[1]. Peut-être ce rôle, qui est (voir p. 161) de stimuler le métabolisme des cellules somatiques, a-t-il agi autrefois pour transformer petit à petit certaines cellules anaboliques en éléments cataboliques. Aujourd'hui encore, la sécrétion interne du testicule joue un rôle direct et en quelque sorte primordial dans la formation des spermatozoïdes. C'est ce que nous verrons plus loin en étudiant les cellules de Sertoli.

Jusqu'ici les auteurs n'ont pas signalé, d'une façon explicite, la continuation des cellules de l'épithélium germinatif de l'embryon chez l'adulte. Cette continuation est, en effet, beaucoup plus difficile à suivre chez les Mammifères que chez les Oiseaux, parce que la durée de l'évolution totale du testicule est plus longue chez eux et parce qu'il n'y a pas tous les ans, comme chez les Oiseaux, retour périodique à un état comparable à celui de l'embryon.

Cependant, rien qu'à la lecture de certains mémoires, ou mieux encore à l'examen des figures accompagnant ces mémoires, il est facile de retrouver les indices évidents de cette continuation dans le testicule des Mammifères.

Nous ne pouvons donner ici l'historique des travaux faits sur les testicules embryonnaire et fœtal des Mammifères; ceci nous entraînerait beaucoup trop loin. Nous dirons seulement que les éléments décrits, par les auteurs, sous le nom de *cellules épithéliales*, de *cellules folliculeuses*, etc., sont, pour nous, les mêmes cellules que nos cellules germinatives.

Comme l'ont montré La Valette Saint-Georges (1898), Benda (1889), Her-

natif. Je suis heureux de lui rappeler qu'il se trouve, en même temps, d'accord avec moi; il n'a qu'à relire la note à l'Académie des sciences de 1900 ou mieux encore les conclusions de mon précédent travail sur la préspermatogénèse.

1. Pour nous, les cellules interstitielles du testicule sont des éléments sœurs des cellules germinatives qui représentent une adaptation nouvelle ou une différenciation plus accentuée de l'ébauche génitale. Elles présentent surtout une fonction sécrétante (agissant sur le soma), mais nous montrerons plus tard qu'elles peuvent aussi s'organiser en nouveaux tubes séminipares, chez le Moineau adulte, à la fin de l'hiver.

mann (1889), etc., ces cellules persistent dans le testicule de l'adulte, mais, au lieu de se transformer toutes en cellules de Sertoli, comme pensent ces auteurs, un certain nombre restent toujours avec leur même signification physiologique de cellule germinative.

Par contre, d'autres auteurs ont remarqué, chez l'adulte, l'existence d'éléments jeunes à côté des cellules de Sertoli et ont bien vu, pour la plupart, que ces éléments jeunes étaient la souche médiate ou immédiate de l'épithélium séminifère; mais, ne connaissant pas la filiation continue qui existe entre ces éléments et les cellules germinatives embryonnaires, ils leur ont donné, chacun, un nom particulier.

C'est ainsi que les *cellules séminales souches à l'état de repos* de Furst (1887), les *cellules spores* de Brown (1885), les *spermatogonies de réserve* d'Hermann (1898), les *spermatogonies à type poussiéreux* de Regaud (1901), les *cellules indifférentes* de Schœnfeld (1901), sont certainement les mêmes cellules germinatives que celles que nous avons décrites chez le Moineau [1].

Chez les Vertébrés inférieurs, il serait beaucoup plus facile encore de retrouver, dans les travaux de nos devanciers, la persistance de l'épithélium germinatif à l'état adulte, car dans plusieurs mémoires cette persistance est nettement indiquée.

On trouvera une partie de ce résumé dans Prenant : Sur la signification de la cellule accessoire du testicule, in *Journ. de l'Anat. et de la Phys.*, 1892, XXVIII, p. 302 et suiv.

Voir également, dans le même ordre d'idées : Bolles Lee, Les cinèses spermatogénétiques, *La Cellule*, 1897. — Mc Grégor, The Spermatogenesis of Amphiouma, *Journ. of Morph.*, 1899, XV, n° suppl. — Peter K., *Arch. f. micr. Anat.*, 1899., CIII (ce sont les jeunes cellules nutritives de l'auteur), etc.

Nous savons qu'au moment de l'automne, quand la période sexuelle du Moineau sera passée, l'épithélium séminifère entrera en régression, et que les différentes formes cellulaires de cet épithélium disparaîtront pour la plupart. Il ne restera plus que les cellules

1. En 1900, pour désigner les éléments qui nous occupent ici, j'avais choisi dans la vieille nomenclature l'expression qui me paraissait la plus significative, celle de *cellule germinative*. A la même époque, Schœnfeld créait un nom nouveau, celui de *cellules indifférentes*, et Regaud désignait les mêmes éléments sous les noms de *spermatogonies poussiéreuses*. En acceptant maintenant (1901) notre nouvelle interprétation, Regaud n'abandonne pas l'ancien nom; seulement il complique encore la nomenclature en distinguant des *spermatogonies poussiéreuses typiques* et des *spermatogonies à mottes safranophiles*; enfin il propose et emploie encore, indifféremment, les expressions de *spermatogonies de 1er ordre* (choisie d'abord par nous et abandonnée ensuite), de *spermatogonies de réserve* et de *spermatogonies souches*. Je ne tiens nullement à aucune priorité, en fait de nomenclature; je ne veux imposer à personne l'expression de cellule germinative et suis tout disposé à accepter l'expression sur laquelle une entente tacite pourra se faire, mais vraiment, il serait bien désirable que cette entente se fît le plus tôt possible.

germinatives et surtout des amas semblables à ceux représentés figures 10 et 19, véritables nids cellulaires d'où repartira, au printemps suivant, un nouvel épithélium séminifère.

Mais ce n'est pas le seul cas, sans doute, où les cellules germinatives ont l'occasion de remplir ce rôle réparateur. En effet, si l'Oiseau se trouve soumis, pendant un certain temps, à certaines conditions pathologiques, qui amènent un arrêt fonctionnel du testicule (tels, par exemple, qu'un traumatisme ou une diète prolongée), la même régression de l'épithélium séminal se produira et ce sera encore les cellules germinatives qui resteront pour reformer un nouvel épithélium.

Cette constatation n'a pas été faite directement sur le Moineau, mais sur le Pigeon et sur quelques Mammifères.

En 1889, Grandis étudia les testicules de Pigeons qu'il avait gardés pendant vingt-quatre jours sans lumière, sans eau et sans nourriture; il remarqua que l'épithélium séminifère avait subi une régression profonde et n'était plus représenté, en bien des endroits, que par une seule couche de cellules.

L'année dernière, nous avons pu faire les mêmes observations sur un Chien adulte [1]. Après vingt-six jours de jeûne, la plupart des tubes avaient perdu toutes leurs cellules séminales par dégénérescence ; il ne restait plus qu'une seule couche de cellules germinatives, qui, n'étant plus remaniées, avaient repris quelques caractères de l'état fœtal et rappelaient, par là même, la forme des cellules de Sertoli (v. p. 121).

Les traumatismes faits directement sur le testicule ou, indirectement, sur le cerveau, la moelle, etc., influencent l'épithélium séminifère d'une façon plus ou moins analogue au jeûne [2]. Ainsi Bouin (1897) en liant le canal déférent, Felizet et Branca (1899) en étudiant le testicule ectopique chez l'Homme, ont tous vu l'épithélium séminifère se réduire à une seule forme cellulaire qu'ils considèrent également comme pouvant reformer plus tard l'épithélium séminifère. Ils pensent que ce sont là les cellules de Sertoli de l'adulte et arrivent ainsi à voir, dans cet élément, la cellule souche de l'épithélium séminifère. Il n'y a là que demi-erreur, puisque la cellule de Sertoli n'est qu'une forme de la cellule germinative.

1. G. Loisel. Influence du jeûne sur la spermatogénèse, *Compt. rend. Soc. Biologie*, 27 juillet 1901.

2. G. Loisel, Influence de la néphrectomie sur la spermatogénèse, *Compt. rend. Soc. Biol.*, 27 juillet 1901.

III. — Les spermatogonies et les spermatocytes.

Nous ne nous arrêterons pas longtemps à la description de ces éléments, car nous n'avons rien de bien particulier à signaler à leur sujet, chez le Moineau. Leur histoire générale semble correspondre, dans ses grandes lignes, à celle des mêmes éléments que l'on trouve dans le testicule des Mammifères.

1° Spermatogonies. — Ces éléments diffèrent des cellules germinatives dont elles dérivent par leur noyau régulièrement sphérique et par leur corps cellulaire en général bien limité (Go, fig. 1 et 7). Très volumineuses pendant l'hiver, les spermatogonies restent petites à partir du moment où elles se divisent activement pour former continuellement de nouvelles cellules séminales, c'est-à-dire pendant le printemps et pendant l'été.

Chez le Moineau, quand la spermatogénèse est bien établie, les spermatogonies nous ont paru former à elles seules, par leurs divisions répétées, la zone génératrice des éléments séminaux; cependant il peut se faire qu'il y ait là une lacune dans nos observations et nous ne serions nullement surpris si quelqu'un venait nous montrer, chez les Oiseaux, les cellules germinatives gardant en partie leur rôle d'épithélium générateur. C'est ce qui existerait chez les Mammifères, d'après Schœnfeld; il serait tout aussi vraisemblable, du reste, de constater ici une différence entre ces deux types de Vertébrés.

C'est par karyocinèse que se divisent les spermatogonies (fig. 21, 22 et 24); nous n'avons pu suivre toutes les phases de ces divisions, mais il nous semble bien que le fuseau achromatique paraît être, ici, d'origine nucléaire et non protoplasmique (fig. 22), comme cela a déjà été signalé, chez d'autres animaux, par Erlanger et par Bouin, par exemple [1].

2° Spermatocytes de 1er ordre [2]. — Au-dessus de la zone des spermatogonies se trouvent (C^1, fig. 1) plusieurs assises de cellules poly-

1. Bouin, P., Mitoses spermatogénétiques chez Lithobius forficatus, L., *XIIIe Congrès internat. de médecine*, Paris 1900, *Compt. rend. de la section d'histologie.*

2. Je me suis probablement mal expliqué dans mes publications antérieures sur l'origine des spermatocytes, car Regaud m'attribue ici une erreur que je n'ai pas commise. Je pense, avec lui (deuxième manière) et avec Schœnfeld, que la forme spermatocyte commence après la dernière mitose des spermatogonies. Nous avons vu, tous les trois, que les jeunes spermatocytes, à leur naissance, ressemblent aux spermatogonies, comme grosseur et comme structure; ils deviendront des cytes caractéristiques *par*

morphes que l'on réunit sous le nom de spermatocytes de 1er ordre. Vues en coupe tangentielle (fig. 5), ces cellules forment des groupes que l'on peut limiter en prolongeant artificiellement les cellules de Sertoli; c'est ce qui correspond aux groupements appelés *spermatocystes* chez les Vertébrés inférieurs.

Comme nous l'avons montré en étudiant la fin de la prespermatogénèse, le polymorphisme des spermatocytes de 1er ordre tient à la longue évolution que subissent ces cellules. D'abord semblables aux spermatogonies d'où elles dérivent (gonocytes de Regaud, *phase de transition*), elles grossissent en accumulant surtout, dans leur noyau, une masse de chromatine condensée (*phase de synapsis*). Puis une substance liquide, de plus en plus abondante, apparaît dans le noyau, dissociant la chromatine et mettant ainsi en évidence le réseau chromatique; c'est ce qu'on peut appeler phase de *préparation à la cinèse*, ou encore *phase de repos* parce qu'elle contraste avec la phase qui suit, celle de *division*.

Nous avons déjà étudié, dans la première partie de ce mémoire, les trois premières phases et nous avons donné, sous forme de tableau, la synonymie de ces différents états; nous n'y reviendrons pas ici, l'état adulte ne nous ayant montré rien de plus.

Pour la phase de synapsis, nos observations concordent, en un point, tout au moins, avec celles de Schœnfeld (1901); la masse chromatique est presque toujours rétractée d'un seul côté, dans le noyau. Schœnfeld pense que cela tient à l'influence directrice des diplocentres, qui se trouveraient toujours de ce côté. Cela nous paraît très possible, bien que nous n'ayons pu toujours voir ces organites (voir cependant fig. 31 et 33); la division du noyau que nous avons observée à ce stade synapsis (voir p. 207 de notre précédente publication et les fig. 25 à 28 de celle-ci) s'expliquerait alors par un écartement et par un éloignement l'un de l'autre des deux diplocentres.

Cependant, comme beaucoup d'auteurs, Schœnfeld montre, dans ses dessins, une membrane nucléaire très nette, autour des noyaux

croissance, voilà seulement ce que j'ai voulu dire par ces deux mots soulignés ici.
Maintenant je veux bien, avec Regaud, désigner les jeunes cytes sous le nom de *gonocytes*, nom qui rappelle en effet leur ressemblance. Mais je répéterai encore ce que je disais alors. En raison même de cette ressemblance si grande, il est très difficile de dire, en voyant une de ces cellules, si on a affaire à une cellule qui restera gonie ou deviendra cyte; voilà pourquoi nous persistons à penser que l'expression de gonocyte ne peut s'appliquer, *pratiquement*, à rien de précis.

en synapsis du Taureau. Chez le Moineau, au contraire, la membrane nucléaire ne se voit plus à ce stade. Il en est de même dans les synapsis observés par Paulmier (1899) et tout récemment encore par Lécaillon [1].

Nous ne nous étendrons pas davantage sur les phases de la karyocinèse des spermatocytes. Comme le montrent les figures 29 à 49, cette division parait se faire d'après le type hétérotypique de Flemming, mais nos observations sont insuffisantes sur ce sujet pour que nous puissions prendre utilement place dans le débat que soulèvent ces questions. Une chose nous paraît évidente cependant, c'est la complexité des phénomènes qui caractérisent la vie des spermatocytes. Aussi, dirons-nous volontiers avec Schœnfeld [2] : « Pendant toute la période d'accroissement il ne se fait pas seulement un simple « accroissement »; il s'opère un bouleversement complet, une transformation radicale des éléments chromatiques, en même temps peut-être que se fait une formation nouvelle de chromatine aux dépens des éléments de linine qui disparaissent. » Ajoutons que cette période d'accroissement serait encore plus complexe et prendrait une autre signification, si l'observation de la division cellulaire que nous avons observée ici au stade synapsis était confirmée et généralisée par les auteurs.

3° Spermatocytes de 2e ordre. — Ces cellules (voir fig. 1, C^2) ont une vie très courte, car elles se divisent presque immédiatement, par karyocinèse, pour former les spermatides; aussi est-ce la forme cellulaire que l'on rencontre le moins souvent dans les coupes.

Comme chez tous les animaux, il se produit ici une réduction dans la quantité de chromatine nucléaire en passant de la forme spermatocyte à la forme spermatide. Cette réduction nous paraît même plus grande, chez le Moineau, qu'on ne l'indique classiquement; en effet, c'est à peine si, dans le noyau des spermatides, à leur naissance, on peut distinguer de rares granulations chromatiques.

La karyocinèse de ces éléments nous a paru se faire d'après le même type que celle des spermatocytes de 1er ordre, mais, là encore, nos observations sont tout à fait insuffisantes pour que nous puissions nous y arrêter utilement.

1. A. Lécaillon, Recherches sur l'ovaire des Collemboles, *Arch. d'Anat. microsc.* 1901, IV, 471-610, avec 4 pl.
2. *Loc. cit.*, Extrait, p. 57.

IV. — Les spermatides et leur transformation en spermatozoïdes.

Les cellules que forment les spermatocytes de 2e ordre, en se divisant aussitôt après leur naissance, sont, en réalité, les véritables éléments mâles. Cependant, pour remplir leur rôle fécondant, ces éléments, appelés spermatides, doivent subir des modifications comparables à celles que présente l'ovule, pendant ou après le rejet des globules polaires. Dans les deux cas, en effet, la réduction chromatique n'est pas le seul phénomène de maturation sexuelle; il faut y ajouter encore certaines modifications physico-chimiques évidentes, surtout dans le type mâle.

Peu accentuées dans les groupes où les spermatides gardent toujours leur forme cellulaire (dans les Nématodes, dans beaucoup de Myriapodes et de Crustacés) partout ailleurs, ces modifications sont telles qu'elles semblent transformer les spermatides en une espèce cellulaire nouvelle; c'est pourquoi on a donné, à ces spermatides transformés, un nom particulier, celui de spermatozoïdes. Tel est le cas présenté par tous les Vertébrés.

Chez le Moineau, après leur naissance, les spermatides forment autour des faisceaux de spermatozoïdes déjà constitués, des amas de petites cellules polyédriques, pressées les unes contre les autres.

A ce moment (fig. 53 et 54), leur corps cellulaire est nettement limité et présente deux régions différentes : une zone périphérique, claire, et une zone centrale, périnucléaire, dense, contenant elle-même une partie plus dense encore; cette dernière partie est l'archoplasma[1], où se trouve le centrosome dédoublé en deux petits grains appelés : *microcentres*, *diplocentres*, *diplosomes* ou *corpuscules centraux*; ce sont, en somme, deux centrosomes nouveaux.

Le noyau des jeunes spermatides est petit et régulièrement sphérique. A son intérieur, on distingue encore nettement un réseau de linine, mais très peu de granulations chromatiques.

En somme, dès leur naissance, les spermatides sont des cellules parfaitement constituées, présentant tous les organites que l'on reconnaît aujourd'hui aux cellules vivantes. Rien ne paraît indiquer

1. Cette partie archoplasmique, que l'on retrouve dans tous les types, a reçu différents noms : *sphère*, *corps juxta-nucléaire*, *idiosome*, *nebenkern* ou *noyau accessoire*, ces deux derniers noms désignant, parfois encore, le résidu fusorial.

que nous n'ayons pas là des cellules viables comme les autres cellules; et, pourtant, chose très curieuse, la plupart des auteurs refusent, à ces cellules, le pouvoir de se nourrir par elles-mêmes; c'est un point que nous reprendrons plus loin pour le discuter à fond (v. p. 156).

Quoi qu'il en soit, les spermatides présentent bientôt, dans leur intérieur, des modifications physico-chimiques qui vont les transformer en spermatozoïdes. D'abord lente, tant que les spermatides paraîtront évoluer isolément, cette transformation deviendra beaucoup plus rapide, lorsqu'interviendra manifestement l'influence d'une cellule particulière, la cellule de Sertoli. Cette intervention nous permet de diviser en deux périodes la formation des spermatozoïdes.

A. Première période. Apparition des jeunes spermatozoïdes ou spermatosomes. — Pendant cette première période, les modifications morphologiques que subit le noyau des spermatides sont peu importantes. On voit seulement la chromatine, de même que le suc nucléaire, augmenter de quantité, ce qui indique évidemment une assimilation assez active de ces éléments. Au contraire, nous voyons bientôt des changements importants se produire dans le corps cellulaire, mais ici il faut considérer successivement : l'archoplasma, les microcentres et le protoplasma ordinaire.

Dans l'archoplasma, on voit d'abord apparaître une petite sphérule claire, au centre de laquelle on peut distinguer, pendant quelque temps, les microcentres (fig. 55, *a*). Cette sphérule grossit, devient peu à peu une vésicule et s'applique intimement sur la partie du noyau qui deviendra, plus tard, l'extrémité antérieure du spermatozoïde; on peut donc l'appeler *sphère archoplasmique* ou *vésicule céphalique*, par opposition à une autre vésicule que nous trouverons de l'autre côté du noyau, à la base de la queue.

Les microcentres abandonnent la région archoplasmique dès que cette région se vacuolise. Ils se placent l'un derrière l'autre (le microcentre proximal paraissant accolé à la membrane nucléaire), et s'éloignent peu à peu de la vésicule céphalique. Ils longent ainsi la surface du noyau et vont s'arrêter directement à l'opposé de cette vésicule, parcourant un arc de cercle qui atteint souvent 180°, chez le Moineau. Le point où ils s'arrêtent détermine le pôle postérieur ou caudal du noyau, car c'est là que nous allons voir s'attacher la queue du spermatozoïde (fig. 55, de *a* à *f*, et fig. 56).

Dans le protoplasma, le seul phénomène visible qui se produit, pendant cette période, est une liquéfaction lente, mais progressive, de sa partie périphérique. Cette liquéfaction se fait par le processus de la vacuolisation; elle se termine, à la fin de la période, par la disparition des limites cellulaires et par la fonte totale de la région vacuolisée (fig. 55, *g*, *h*). La zone dense périnucléaire, celle que parcourent les centrosomes dans leur migration, ne prend pas part à cette liquéfaction; elle persistera autour du noyau, s'allongera comme lui et nous la retrouverons, plus tard, formant une sorte de matrice pour le jeune spermatozoïde. On ne remarque ici aucune élaboration figurée.

Il est intéressant maintenant de comparer ce que nous venons de voir, chez le Moineau, avec ce que les auteurs ont décrit chez les autres animaux.

a. — La vacuolisation de l'archoplasme paraît être un fait général, sans être absolu cependant, puisqu'on ne la trouve pas chez l'Escargot (von Korff), par exemple.

Tantôt il ne se forme, dans cette région, qu'une seule vacuole, comme chez le Rat (Lenhossek); tantôt, comme chez les Lepidoptères (Meves), on voit plusieurs vacuoles, qui se fusionnent ensuite en une seule. Mais il ne doit y avoir ici rien de bien régulier, car dans le Cobaye, par exemple, Lenhossek ne figure qu'une seule vacuole originelle, alors que Meves en figure plusieurs.

Dans certains cas, le ou les vacuoles restent toujours indépendantes du noyau; dans d'autres, elles acquièrent avec lui les relations intimes que nous étudierons plus loin.

b. — Chez tous les types étudiés dans ces dernières années, la plupart des auteurs ont vu, comme nous, chez le Moineau, le centrosome se dédoubler en deux microcentres aussitôt après la division des spermatocytes de deuxième ordre. Chez le Moineau, nous les avons trouvés dans l'intérieur même de l'archoplasma, contre le noyau; il en serait de même, chez la Souris, d'après les figures du mémoire d'Hermann (1889). Au contraire chez le Rat (Lenhossek), chez la Salamandre (Meves, 1900), chez le Bombinator (Broman, 1901)[1] et chez l'Escargot (von Korff, 1899), c'est contre la membrane cellulaire elle-même qu'il faut aller les chercher; c'est là également qu'on voit partir, d'un des corpuscules (corpuscule postérieur ou distal), le premier rudiment de la queue des spermatozoïdes, rudiment qui apparaîtra plus tard chez le Moineau.

Quoi qu'il en soit, nous retrouvons chez ces types la migration des

1. J. Broman, Ueber gesetzmässige Bewegungs- und Wachsthumserscheinungen (Taxis- und Tropismenformen) der Spermatiden, ihrer Centralkörper, Idiozomen und Kerne, *Arch. f. mikr. Anat. und Entwickelungsgesch.*, 1901, LIX, 106-143, avec 1 pl. et 59 fig. dans le texte.

microcentres telle que nous l'avons étudiée ici; toujours ces organites vont se placer au pôle postérieur du noyau. En général ils restent accolés à la surface de la membrane nucléaire comme chez le Moineau, mais dans certains types on les voit déprimer cette membrane pour s'enfoncer plus ou moins loin dans l'intérieur même du noyau. Tel serait le cas des Gastéropodes observé par Prenant (1887), chez l'Helix nemoralis (fig. 7, pl. II de son mémoire), et par Meves, chez la Paludine vivipare (1900; fig. XXII). Telle serait encore, peut-être, l'explication des centrosomes trouvés par London [1] dans l'intérieur même de la tête des spermatozoïdes de l'homme.

Dans la plupart des cas, comme ici, les microcentres marchent ensemble vers ce pôle; d'autres fois, comme chez les Sélaciens (Suzuki, Broman) et chez l'Escargot (von Korff), c'est le corpuscule proximal seul



Fig. XX. — Évolution des spermatides de *Scyllium canicula*, d'après Broman.

qui se relie au noyau en bourgeonneant vers lui (fig. XX); dans un troisième mode, enfin, observé chez le Rat, par Meves, c'est au contraire le noyau qui joue le rôle actif dans cette migration; il envoie un bourgeon qui va s'accoler au microcentre le plus proche; puis, en se rétractant, ce bourgeon ramène avec lui les deux corpuscules et le filament caudal attaché à l'un d'eux.

Broman (1901), discutant ce dernier cas, compare le bourgeonnement du noyau au cône d'attraction envoyé par l'œuf vers le spermatozoïde; il lui donne le nom de *bâtonnet d'attraction* (*Empfängnisszäpfchen*) et désigne le phénomène sous le nom de *microcentrotaxie*, c'est-à-dire attraction exercée par les centrosomes sur le noyau.

Dans le deuxième mode, au contraire, dans celui des Sélaciens, il y aurait *karyotaxie*, ou *karyotropisme*, le centre d'attraction paraissant être au niveau du pôle postérieur du noyau. Peut-être en est-il de même

1. E. S. London. Les corpuscules centraux dans les cellules sexuelles et sarcomateuses, *Archiv. des Sc. biolog. de Saint-Pétersbourg*, 1900, VIII, 92-96.

pour le premier mode, dans lequel se range le Moineau. Dans son mémoire, Broman donne des figures qui démontrent nettement l'existence de cette karyotaxie. Dans sa fig. 2 par exemple, que nous reproduisons ici (fig. XX), on voit que les bourgeonnements des centrosomes ont tous atteint la partie postérieure du noyau, bien que, pour beaucoup d'entre eux, il eût été plus court d'aller rejoindre un des côtés du noyau. De plus, on remarque que ces bourgeons poussent d'abord droit devant eux, puis se recourbent ensuite, souvent à angle droit, pour se diriger vers le point d'élection.

c. — Chez le Moineau, les spermatides perdent de bonne heure leur limite cellulaire, par suite de la liquéfaction de leur partie périphérique. Chez les Mammifères, au contraire : chez le Cobaye (Meves), le Rat (Lenhossek), la Souris (Hartmann et Brunn), l'Homme (Wiedersperg), etc., le noyau des spermatides sort du corps cellulaire qui reste d'abord en entier derrière lui (*corps* ou *lobe résiduel*) et ne se liquéfie que plus tard. Chez d'autres types enfin, tels que l'Helix (v. Korff), la Salamandre (Meves), le Bombinator (Hermann) et quelques Arthropodes (Gilson), le corps cellulaire persiste autour du noyau, pendant sa transformation en tête de spermatozoïde, et s'allonge avec lui pour former des parties accessoires variées.

d. — En 1867, La Valette Saint-Georges avait vu des grains particuliers dans les spermatides des insectes. Mais Brunn (1884) est le premier auteur, je crois, qui ait décrit et figuré ces grains comme étant des élaborations particulières des spermatides. Chez la Souris, il voit des granulations apparaître dans le corps cellulaire et se disposer autour du filament caudal pour former, à sa base, une enveloppe particulière; telle serait l'origine de la région appelée pièce d'union.

Prenant (1887) a trouvé des granulations analogues dans les spermatides des Gastéropodes et des Reptiles ; il les appelle des *microsomes* ou *cytomicrosomes*. Chez les premiers, ces éléments serviraient à former le segment d'union de la queue; chez les Reptiles, au contraire, ils envelopperaient la tête du spermatozoïde.

Depuis 1897 ces granulations ont été minutieusement étudiées par Benda d'abord (en 1897) puis par Meves (1900), sous le nom de *mitochondries* (μιτος, filament, χονδριον, nœud). Ces auteurs ont montré que les mitochondries apparaissent, non seulement dans les spermatides, mais encore dans toutes les cellules de l'épithélium séminifère ; elles se forment toujours dans l'archoplasma et se divisent en deux groupes, au moment des cinèses, chaque groupe accompagnant un des centrosomes. Elles seraient, pour Benda, en rapport direct avec la faculté motrice des cellules. Dans les spermatides, elles formeraient la pièce d'union des spermatozoïdes, en constituant une enveloppe (manteau chondriogène) aux centrosomes et à la base du filament caudal.

Chez les Lépidoptères, cependant, Meves les aurait vus se rassembler à l'extrémité antérieure du spermatozoïde et se fusionner en une vésicule claire (corpuscule mitochondrial) contenant les centrosomes. A la même époque (1900), Broman montrait, chez Bombinator igneus, que les

centrosomes se plaçaient également à l'extrémité antérieure de la tête des spermatozoïdes. Dans ces deux cas, la queue longe un des côtés de cette tête, avant de devenir libre. Si cela était confirmé, il faudrait donc admettre, ce qui est probable, que les centrosomes peuvent avoir, dans le spermatozoïde, des situations différentes, suivant les espèces.

Il est probable qu'il faut encore rapprocher des microsomes de Prenant et des mitochondries de Benda les fines granulations sphériques que Regaud figure dans les spermatides du rat. Cet auteur pense que ces granulations sont des substances nutritives provenant, par émigration, des cellules de Sertoli et non des élaborations propres aux spermatides. Mais d'abord les granulations figurées par Regaud dans les spermatides ne ressemblent nullement aux élaborations sertoliennes (voir ses fig.) et puis, qui prouve à Regaud que l'èmigration, si elle existe, se fait bien dans le sens qu'il indique?

Chez le Moineau, nous n'avons vu, dans les spermatides, aucune élaboration *figurée* semblable, bien que nous ayons employé la technique nouvelle recommandée par Benda [1]. Cependant la formation de la pièce d'union des spermatozoïdes nous montrera l'existence, dans ces éléments, d'une substance chromatique diffuse qu'il faut, peut-être, rapprocher de la substance mitochondriale de Benda (v. p. 142).

Brunn, dont nous avons parlé plus haut, décrit bien chez cet oiseau des granulations qu'il rapproche de celles qu'il avait découvertes chez la Souris, mais les dessins qu'il donne sont très critiquables, comme nous le verrons, et, de plus, Brunn confond certainement ici deux formations différentes. Chez la Souris, c'est bien à une élaboration protoplasmique qu'il a affaire; chez le Moineau, au contraire, les granulations qu'il a vues n'apparaissent que dans la dernière période de la formation des spermatozoïdes, et nous les verrons disparaître sans prendre aucune part directe à la formation des spermatozoïdes; ce sont des produits de dégénérescence, contenant du fer; c'est le début de la fonte finale du protoplasma non utilisé que nous décrirons à la fin de ce mémoire (p. 145).

Benda, mais surtout Meves, trouvent des mitochondries : dans l'épithélium séminifère, dans les cellules interstitielles du testicule, dans les jeunes cellules musculaires, dans les leucocytes polynucléaires et dans les cellules rénales. Il est bien probable que ces auteurs réunissent ici sous un même nom des formations tout à fait différentes. Ainsi Benda décrit, sous le nom de mitochondries, des granulations disposées en séries linéaires qu'il trouve dans les cellules de Sertoli; mais il confond ces grains avec les produits de sécrétion de ces cellules que nous étudierons plus tard; du reste il nous montre lui-même que, chez le Triton, ces formations en chaînettes des cellules de Sertoli n'apparaissent qu'au moment de la maturation des spermatozoïdes. Ajoutons enfin que la nouvelle méthode de Benda teint les granulations chargées de fer, conte-

1. C. Benda, Die Mitochondriafärbung und andere Methoden zur Untersuchung der Zellesubstanzen, *Verh. anat. Ges.*, Bonn, 1901.

nues dans la couche des détritus; or ces formations ne sauraient être assimilées, pourtant, aux grains qui vont constituer le manteau chondriogène de la pièce d'union.

La première période de la transformation des spermatides en spermatozoïdes conduit, comme nous venons de le voir, à la formation d'un petit organite dont la symétrie, fixe et immuable à partir de ce moment, est déjà celle du futur spermatozoïde. Cet organite comprend d'avant en arrière : une vésicule archoplasmique qui formera la partie antérieure de la tête, un noyau qui deviendra la partie principale de cette tête et les centrosomes d'où partira le filament caudal. Ce n'est plus un spermatide, ce n'est pas encore un spermatozoïde; on peut donc lui donner, avec les auteurs, le nom de *spermatosome* (fig. 56, *c*).

Les phénomènes qui ont amené cette première transformation des spermatides résultent de causes internes, propres à chaque élément et qu'on ne peut ramener, dans l'état actuel de la science, qu'à des phénomènes de nutrition. On peut dire, avec Broman, que les mouvements des centrosomes sont des cas de tropisme ou de taxie, mais cela ne fait guère avancer la question, car, dans l'un comme dans l'autre cas, ces mots n'expriment pas autre chose, ici, que le phénomène lui-même; ils ne font pas approcher de plus près la cause qui le détermine.

B. Deuxième période. Constitution définitive des spermatozoides. — Considérés dans chaque spermatide pris en particulier, tous les phénomènes préparatoires que nous venons d'étudier, sont parfaitement ordonnés suivant un ordre rigoureux et fixe, les centrosomes et la vésicule céphalique, par exemple, se plaçant toujours aux deux extrémités d'un axe principal.

Mais si, au lieu d'un seul élément, nous avions envisagé simultanément tous les spermatides d'un même groupe, si nous avions comparé la direction que ces axes principaux affectent les uns par rapport aux autres, nous n'aurions plus vu, alors, que désordre. En effet, comme on peut le voir sur nos planches, et en particulier sur la fig. 54, certains de ces axes ont l'extrémité antérieure, celle où se trouve la vésicule, dirigée vers la paroi du tube séminipare; d'autres regardent, au contraire, vers la lumière centrale; d'autres enfin peuvent occuper toutes les situations possibles entre ces deux extrêmes.

Il faut donc qu'une force, extérieure à ces éléments et commune à tous, intervienne alors pour coordonner les transformations ultérieures. Autrement, nous assisterions, non plus à la formation d'un faisceau, mais à celle d'un fouillis, d'une sorte de réseau d'où les spermatozoïdes se dégageraient difficilement, lorsqu'il s'agirait d'aller féconder les ovules.

C'est en effet cette force spéciale que l'on voit bientôt se manifester, non seulement chez le Moineau, mais encore, comme tous les auteurs récents l'ont signalé ou tout au moins figuré, chez les animaux dont les spermatozoïdes se montrent finalement disposés en faisceaux.

Pendant la deuxième période dans laquelle nous entrons, les spermatosomes tournent sur eux-mêmes de manière à ramener leur extrémité antérieure dans une direction unique qui regarde toujours la paroi des tubes séminipares. Et, comme ils occupaient, auparavant, les positions les plus diverses, on peut les voir parcourir ainsi toutes les grandeurs d'arcs comprises entre 180 et 0°.

Au début de cette période, et simultanément avec ces mouvements, nous verrons plus loin qu'une cellule de Sertoli grandit peu à peu et s'élève à travers l'épithélium séminifère pour venir rejoindre le groupe des spermatides en évolution. C'est donc au sommet d'une cellule de Sertoli ou, du moins, dans la direction de croissance de cette cellule, qu'il faut aller observer ce que nous allons décrire maintenant.

Nous remarquerons en passant combien Ebner s'était trompé en disant que les spermatides ne commençaient leur métamorphose qu'après s'être fixés sur une cellule de Sertoli.

Négligeons pour le moment la recherche de la force qui vient coordonner les transformations des spermatosomes en spermatozoïdes, et voyons comment se font ces transformations définitives. Nous allons envisager successivement les évolutions : 1° de la vésicule céphalique; 2° du noyau; 3° des centrosomes et 4° du protoplasma.

1° *Évolution de la vésicule céphalique. — Formation de l'armature antérieure du spermatozoïde.* — Nous avons vu (p. 129) cette vésicule se former dans l'archoplasma et s'étaler, comme une coiffe, sur la partie correspondante du noyau. Continuant à grandir dans la deuxième période, elle devient globuleuse et s'enfonce dans le

noyau qui, pour la recevoir, prend ainsi l'aspect d'une petite cupule (fig. 55 et 56).

Mais il arrive un moment où le noyau ne se laisse plus déprimer. Alors on voit la vésicule croître exclusivement dans le sens opposé. Elle forme d'abord une sorte de cône tronqué ou encore de boyau cylindrique; puis ce boyau se contourne trois fois en spirale et s'allonge de plus en plus vers la cellule de Sertoli correspondante. Il forme ainsi l'armature céphalique spiralée (*perforateur* ou *apex*), que les premiers observateurs ont reconnue à l'extrémité antérieure des spermatozoïdes des Passereaux.

La croissance de cette vésicule est déterminée par l'accumulation d'un liquide qui est versé, de plus en plus abondamment, dans son intérieur. Ce liquide, clair et transparent, insoluble dans les réactifs, persiste ainsi jusqu'à la fin dans toutes les préparations microscopiques. Il renferme presque toujours, dans sa masse, une ou plusieurs granulations chromatiques que l'on peut faire flotter facilement, en pressant légèrement le couvre-objet avec l'objectif.

Ces granulations ne peuvent être prises pour les centrosomes : parce que leur nombre est variable, parce qu'il est facile de voir d'où elles proviennent et enfin, parce qu'il est toujours possible de retrouver les vrais centrosomes au pôle opposé du noyau. Du reste, ces granulations pâlissent dans la suite et disparaissent bientôt complètement, de sorte qu'on n'en trouve plus trace dans le spermatozoïde adulte.

Chez d'autres animaux, au contraire, on voit ces granulations persister et s'accroître même pour devenir les organes permanents du spermatozoïde. Chez le Cobaye, par exemple, elles constituent l'*acrosome* de Lenhossek, le reste de la vésicule devenant la *coiffe céphalique*. Des formations semblables ont été décrites par Platner et Henking sous le nom de *mitosome*, par Merkel, sous celui de *pointe céphalique* (*Spitzenkopf*), par Retzius, sous celui de *pique* ou *dard* (*Spiess*). Par contre, chez d'autres types, les spermatozoïdes semblent manquer d'armature céphalique.

Chez le Moineau, nous avons vu souvent ces granulations se loger tout à fait à la pointe de la vésicule, avant de disparaître. Peut-être restent-ils là, formant quelque chose de comparable à la pique qui existe, à cet endroit, chez le Rat, chez le Chien, chez l'Homme, etc.

Maintenant d'où proviennent ces granulations et le liquide de la

vésicule céphalique? Pour les premières il est facile de voir que ce sont des excrétions figurées du noyau. On peut suivre en effet les différentes étapes de ces grains. D'abord accolés à la face interne de la membrane nucléaire, ils font de plus en plus saillie vers la vésicule et finalement se retrouvent, à l'intérieur de celle-ci, encore fixés à la membrane nucléaire; une simple pression les fait alors se détacher de cette membrane et venir flotter dans le liquide de la vésicule.

Quant à ce liquide, il est plus difficile d'en déterminer exactement l'origine. Au début, c'est certainement une sécrétion propre ou une liquéfaction de l'archoplasma, mais plus tard, lorsqu'une union intime s'est établie entre la vésicule et le noyau, nous pensons qu'il provient surtout, alors, d'une excrétion du suc nucléaire, excrétion se faisant toujours dans le même sens et entraînant, avec elle, des granulations chromatiques. Quoi qu'il en soit, cette excrétion du suc nucléaire est un fait réel, comme nous allons le voir maintenant.

2° *Évolution du noyau. — Formation de la partie principale de la tête du spermatozoïde.* — Le premier phénomène qui frappe tout d'abord dans cette évolution, celui sur lequel les auteurs se sont le plus arrêtés, c'est l'allongement du noyau en spirale. En même temps, ajoutent ces auteurs, il y a condensation de la chromatine, d'où résulte une diminution considérable dans le volume du noyau.

Or, sous ces phénomènes extérieurs, il y a d'autres phénomènes cachés, beaucoup plus importants, puisqu'ils amènent un changement profond dans la nature même de ce noyau.

C'est d'abord une excrétion de l'eau et des substances dissoutes composant le suc nucléaire, excrétion qui est rendue manifeste par la contraction du noyau et par la disparition de son aspect vésiculeux. Cette excrétion se fait par filtration à travers toute la surface de la membrane nucléaire, mais il est probable qu'un courant plus fort existe du côté du pôle antérieur et se déverse dans la vésicule céphalique dont nous avons vu la croissance. L'existence de ce courant nous paraît montrée, en effet, d'abord par le rapport qui existe entre ces deux phénomènes : la contraction du noyau d'une part, le grossissement de la vésicule de l'autre; ensuite par l'accolement intime de la vésicule à la surface du noyau, enfin par la chute des grains chromatiques dans l'intérieur de cette vésicule.

Le résultat de cette déshydratation du noyau doit être une modification dans les processus chimiques de cet élément ou un changement dans l'état moléculaire des substances restées dans ce noyau. C'est en effet ce que nous montre le microscope.

Au fur et à mesure que le noyau se vide, on voit se former dans son intérieur une nouvelle substance qui envahit uniformément toutes ses parties. Cette substance est chromatique; elle se colore généralement de la même façon que la chromatine ordinaire des noyaux, ce qui a fait identifier le plus souvent les deux substances. Mais l'identité n'est pas réelle, l'ancienne chromatine est figurée et se colore par les substances basiques; au contraire, la nouvelle est amorphe et surtout acidophile, du moins à sa naissance.

Si l'on colore une préparation, fixée au sublimé, par la méthode de Podwizowtski (magenta indigo-picrique), la chromatine ordinaire prend le magenta, alors que la nouvelle fixe énergiquement l'acide picrique; on voit alors celle-ci apparaître d'une façon diffuse et noyer petit à petit l'ancienne chromatine figurée (fig. 58)[1]; toute structure disparaît bientôt, dans le noyau, pendant que celui-ci s'allonge pour former la partie principale de la tête du spermatozoïde.

La nouvelle substance qui va composer désormais cette tête peut être encore reconnue par d'autres moyens. Par exemple, elle fixe très énergiquement l'hématoxyline au fer employée avec les acides sulfurique et nitrique, d'après la méthode de Benda; quand tous les autres noyaux sont décolorés, les têtes de spermatozoïdes gardent toujours leur coloration noire intense. Au contraire, par la méthode de Gram (violet de gentiane et éosine), la nouvelle chromatine se colore beaucoup moins en violet que la chromatine ordinaire; par contre, elle fixe davantage l'éosine.

Cette chromatine nouvelle, que nous venons de voir se former dans la tête du jeune spermatozoïde, est-elle la substance fécondante définitive? Nous ne saurions le dire, car nous n'avons pas examiné de spermatozoïde en dehors du testicule. Quoi qu'il en soit, un fait se dégage de cette observation, c'est que la chromatine (pour garder ce nom consacré par l'usage) subit, pendant la vie des spermatides, des modifications profondes qui en font probablement

1. Dans cette figure, la coloration donnée ne rappelle pas exactement le changement de réaction qui se produit ici. Tout ce qui est représenté en noir avait, en réalité, la coloration foncée du rouge magenta.

des substances différentes; il n'est donc pas exact de dire que la maturation des éléments mâles est terminée après la phase de réduction; il n'est pas plus vrai de considérer la formation de la tête du spermatozoïde comme une simple condensation de la chromatine des spermatides.

a. — Nous avons vu le noyau des spermatides rejeter hors de lui, en même temps que les parties liquides, quelques grains de son ancienne chromatine. Cette épuration nucléaire a été signalée plusieurs fois par les auteurs, en particulier par Lenhossek et Meves, chez le Rat et chez le Cobaye. D'après Godlewski (1897), chez Helix pomatia, ce serait le nucléole des spermatides qui sortirait ainsi du noyau pour aller se loger à l'extrémité antérieure de la tête.

Il n'en est pas de même pour l'excrétion du suc nucléaire des spermatides en évolution, excrétion qui paraît être pourtant un phénomène général dans la formation des spermatozoïdes. Si les auteurs anciens ne parlent pas explicitement de ce phénomène, ils montrent tous que les noyaux des spermatides se contractent en devenant les têtes de spermatozoïdes; quant aux auteurs modernes, ils ne parlent pas davantage d'une déshydratation nucléaire, mais les dessins de leurs mémoires ne laissent aucun doute à cet égard.

Dans un premier type, comprenant le Rat (Lenhossek), le Cobaye (Meves), le Taureau (Schœnfeld), en même temps que le Moineau, cette excrétion se fait surtout par l'extrémité antérieure du noyau. Chez les Sélaciens (Broman; fig. XX) on verrait sourdre à cet endroit, non plus une seule vésicule claire, mais trois grosses dont les deux latérales disparaîtraient et la moyenne resterait pour former une armature céphalique au spermatozoïde. Chez un Lepidoptère (*Pygaera bucephala*), Meves nous montre (fig. XXI) des vésicules semblables soulevant la membrane nucléaire sur toute la périphérie du noyau. Enfin nous rappellerons encore le cas de la Paludine (fig. XXII), chez laquelle le suc nucléaire se trouve chassé, cette fois, par le pôle postérieur du noyau.

Chez les animaux où le corps cellulaire des spermatides persiste en entier pendant l'évolution du noyau, ce corps cellulaire reçoit et garde d'abord, dans son intérieur, une partie des liquides rejetés par le noyau. Mais bientôt il se contracte lui-même, diminuant plus ou moins fortement de volume : c'est ainsi que von Bardeleben (1898) montre que les spermatozoïdes de l'homme perdent, à ce moment, le tiers de leur volume primitif.

b. — Hermann (1889) est le premier auteur, je crois, qui ait signalé et figuré un changement profond dans le chimisme de la chromatine nucléaire au cours de la spermatogénèse. Il a montré que, chez la Salamandre et chez la Souris, le noyau du spermatosome prenait le violet de gentiane alors qu'il fixait spécialement la safranine quand il était devenu tête de spermatozoïde. Depuis, Regaud (1901) a vu, chez le Rat, que le noyau des spermatides était d'abord hématéiphile, puis devenait

safranophile, ensuite sidérophile et enfin colorable par l'hématoxyline cuprique.

Mais, là encore, l'examen des figures données par d'autres auteurs nous montre que ce phénomène doit se présenter constamment dans la formation des spermatozoïdes. Si l'on compare, par exemple, la représentation du noyau des spermatides à celle de la tête des spermatozoïdes, on voit, presque toujours, une différence très grande dans la coloration de ces deux éléments. Nous citerons seulement, comme exemples, les dessins de Lenhossek, de von Korff, de Meves, de Broman.

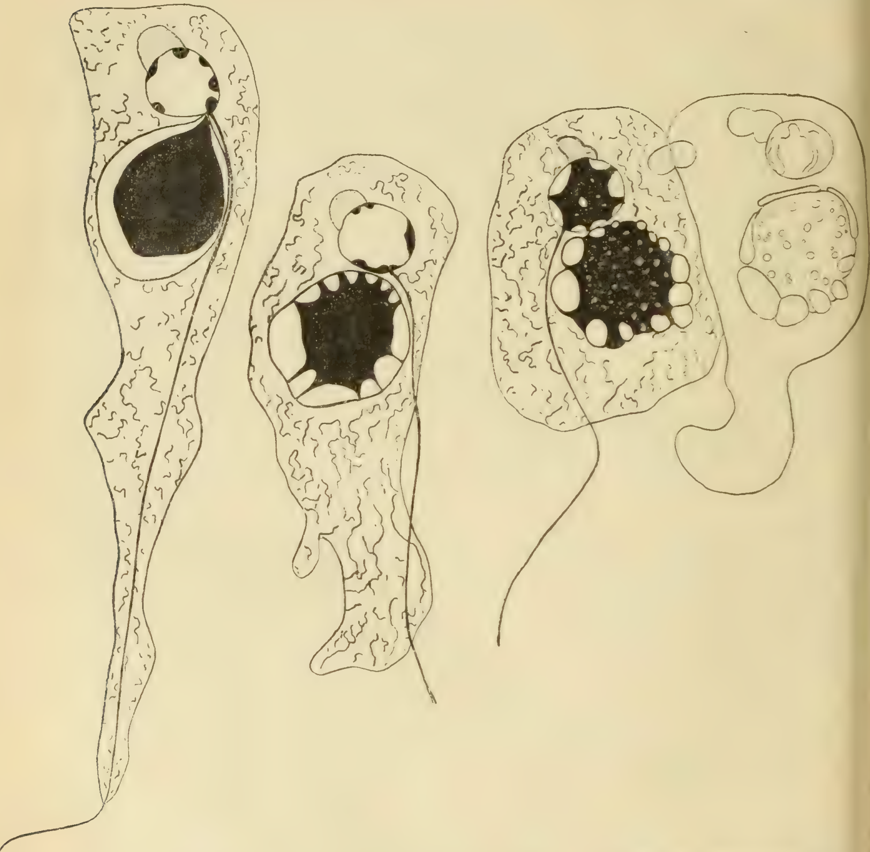


Fig. XXI, d'après Meves. — Évolution (se lisant de droite à gauche) d'un spermatide de Lépidoptère.

3° *Évolution des centrosomes. Formation de la pièce d'union.* — Nous avons vu, dans la première période de cette évolution, les

deux centrosomes venir se fixer au pôle postérieur du noyau. Pendant quelque temps, on peut les voir là, placés l'un derrière l'autre et entourés d'un petit espace clair, comme s'ils étaient situés au centre d'une vésicule sphérique (fig. 56, *b*).

Bientôt (*c*) le centrosome distal donne naissance au filament axial de la queue qui s'élève dans la partie du corps cellulaire conservée autour du noyau.

En même temps, le centrosome proximal s'accole intimement à la membrane nucléaire; puis on le voit bourgeonner et former un prolongement devant lequel semble reculer le centrosome distal;



Fig. XXII, d'après Meves. — Évolution (se lisant de gauche à droite) d'un spermatide de Paludine.

mais presque aussitôt les deux corpuscules se rejoignent et forment une masse unique (*d*). Cette masse se détache peu à peu du noyau dont elle parait séparée, pendant quelque temps seulement, par un espace clair, appelé, suivant les auteurs et d'après l'aspect qu'elle prend chez différents types : *vésicule caudale*, *tube hyalin*, *coiffe caudale* ou *manchette caudale*.

Je ne puis dire si cet espace clair est formé ici par un soulèvement partiel de la membrane nucléaire, comme on le dit généralement, ou si c'est une formation d'origine protoplasmique, comme le pensent Lenhossek et Meves.

Dans la suite, la masse unique formée par l'union des deux centrosomes grossit et prend une forme d'abord triangulaire, puis

cylindrique (*f*). Sa croissance semble due au dépôt, en cet endroit, d'une substance chromatique particulière qui résiderait, à l'état diffus, dans le protoplasma du spermatide, car on voit souvent une substance semblable apparaître, de place en place, autour du filament caudal (fig. 57 et 60). Nous aurions là, peut-être, quelque chose de semblable aux mitochondries et au manteau chondriogène de Benda et de Meves (voir plus haut, p. 132). En effet cette masse chromatique forme peu à peu, en cet endroit, une sorte de bâtonnet qui s'attache au noyau d'un côté et porte de l'autre la queue du spermatozoïde (fig. 58, *d*); c'est ce bâtonnet qu'on désigne, avec les Allemands, sous les noms de *segment moyen*, de *pièce intermédiaire* (Schweiger-Seidel, 1865) ou d'*union* (Retzius, 1881); c'est ce que les anciens auteurs appelaient le *cou* du spermatozoïde [1].

Chez le Moineau, la substance chromatique diffuse qui envahit la région où viennent se placer les centrosomes empêche de voir ce que deviennent ces centrosomes. Il n'en est pas de même dans beaucoup d'autres types où les auteurs ont pu suivre la destinée de ces petits organites.

C'est en 1887 que Jensen découvrit les centrosomes dans la pièce d'union des spermatozoïdes des Mammifères, mais il n'en reconnut pas la véritable nature (à cette époque, du reste, on ne connaissait pas les centrosomes). Il les décrivit comme de simples nodosités, l'une (*bouton terminal*) servant d'articulation entre la tête et la pièce d'union; l'autre, qu'il ne nomma pas et qu'il figura chez le Rat et chez le Cheval, située entre la pièce d'union et le segment principal de la queue.

L'année suivante, Prenant retrouva ces deux sortes de nodosités dans le spermatozoïde des Reptiles et des Gastéropodes; il donna à la première le nom de *bouton caudal*, à la seconde, celui de *bouton intermédiaire* ou *intercaudal*. Il les considéra comme étant de simples émanations du protoplasma ou, encore, comme étant formées par un de ces cytomicrosomes qu'il découvrait, en même temps, dans le corps cellulaire des spermatides.

C'est Wilcox, en 1895, chez les Insectes, puis Erlanger en 1896, chez l'Ascaris, qui, les premiers, montrèrent la présence des centrosomes au niveau du pôle caudal ou postérieur du spermatozoïde. Mais c'est en 1897 seulement qu'Hermann et Meves, chez les Sélaciens et chez la Salamandre, démontrèrent d'un façon irréfutable l'origine centrosomique de la pièce d'union et du filament axile de la queue, la première provenant du centrosome proximal, le second du centrosome distal.

1. Les Allemands réservent maintenant le nom de *cou* ou *collier* (*Hals* ou *Collum*) à la région d'articulation de la pièce d'union avec la tête. Handbuch der Entwickeungslehre der Wirbeltiere, von O. Hertwig, Iena, 1901, t. I, fig. 6, p. 108 et p. 99.

Depuis cette époque, les recherches nouvelles n'ont fait que confirmer cette opinion sans la présenter toutefois comme absolue, mais elles ont montré aussi la complexité de structure de cette pièce d'union et ses variations suivant les espèces.

Dans un premier groupe (Porc, Taupe, etc.), il semble bien que les deux centrosomes restent l'un à côté de l'autre, derrière la tête, car on n'observe pas, dans ces types, de bouton intercalaire (Ballovitz, 1891).

Dans un second groupe (Cheval, Rat, Moineau, Salamandre, etc.),les deux centrosomes s'écartent l'un de l'autre; l'antérieur ou proximal s'allongeant pour constituer l'axe de la pièce d'union, le postérieur ou distal se trouve ainsi repoussé, plus ou moins loin, vers le segment principal de la queue.

Chacun de ces centrosomes peut du reste se diviser encore ou évoluer d'une façon particulière. Ainsi, chez le Cobaye (Meves, 1899, fig. XXIII), le centrosome proximal reste accolé contre le noyau où il peut se diviser en trois nodules (Ca); chez ce type, c'est le centrosome postérieur seul qui forme la pièce d'union. Pour cela, il se divise en deux parties; l'une (C, p. 1), décomposable en deux nodules, reste unie au centrosome antérieur par une masse intermédiaire (filaments centrosomiques, m.i); l'autre va se placer à l'autre extrémité de la pièce d'union, où elle se dispose en anneau autour de la queue (C, p. 2). Le manteau chondriogène venant s'enrouler en spirale autour de ces parties (g), il en résulte un ensemble très

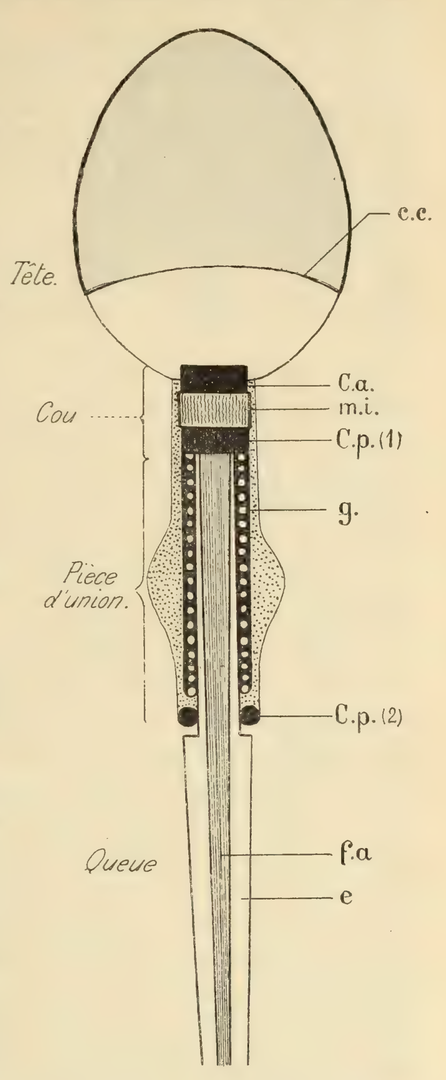


Fig. XXIII, un peu modifiée, d'après Meves. — Représentation semi-schématique de la constitution d'un spermatozoïde de Cobaye; c.c., limite inférieure de la coiffe céphalique; C.a., centrosome antérieur, décomposable en 3 nodules; m.i., masse intermédiaire; C.p. (1). Première moitié du centrosome postérieur; g., grains blancs représentant les coupes du filament spiral; C.p. (2). Deuxième moitié du centrosome postérieur formant anneau autour du filament axial (f.a.); f.a., filament axial de la queue; e., enveloppe caudale ou involucre.

complexe que Meves a représenté dans un schéma que nous figurons ici (fig. XXIII).

La transformation du centrosome distal en anneau (transformation se faisant directement ou après désagrégation préalable) a été observée dans beaucoup de types, en particulier chez l'Homme, chez la Salamandre et chez le Chien de mer. Cet anneau persiste ainsi pendant un certain temps, mais le plus souvent il se transforme en un plateau ou en d'autres formations variées.

Rappelons enfin que London met les centrosomes dans l'intérieur même de la tête du spermatozoïde chez l'Homme, tandis que Broman et Meves les placent à l'extrémité antérieure de cette tête, chez certains Batraciens et chez des Lépidoptères. (Voir plus haut, p. 131 et 132.)

4° *Évolution du protoplasma. Formation de la queue.* — Nous avons vu, à la fin de la première période, la périphérie du protoplasma des spermatides se liquéfier, alors que la partie centrale persistait et s'allongeait dans le même sens que les spermatosomes. Cette région se changeait ainsi en une longue colonne cylindrique qui renfermait, à son centre : la vésicule céphalique, le noyau et les centrosomes, et qui envoyait un prolongement protoplasmique à chaque extrémité.

Pendant la seconde période, chaque prolongement antérieur ou céphalique s'unit avec la partie supérieure de la cellule de Sertoli correspondante; tous les spermatozoïdes d'un même groupe se rapprochant au même moment en faisceau, il se forme ainsi, entre ce faisceau et la cellule de Sertoli, une union intime, tant au point de vue morphologique qu'au point de vue physiologique.

Non seulement, en effet, aucune méthode ne permet de trouver une limite entre les deux protoplasmas; non seulement les différentes méthodes (surtout la coloration au bleu de Unna et au Golgi, v. p. 151) montrent une affinité identique pour les mêmes colorants, mais encore, on voit assez souvent des spermatozoïdes dépasser leur niveau de formation pour venir s'enfoncer plus ou moins loin dans le protoplasma sertolien.

Dans l'intérieur du testicule, quand les spermatozoïdes sont encore fixés en faisceaux dans l'épithélium séminifère, les autres parties du protoplasma des spermatides forment des masses compactes réunissant toutes les têtes et toutes les queues d'un même faisceau. Mais lorsque les spermatozoïdes sont rejetés hors du testicule, quand ils marchent dans le canal déférent, ces parties protoplasmiques s'isolent les unes des autres, se contractent en s'ondu-

lant et forment ainsi une élégante spirale autour du perforateur (*membrane ondulante* ou *ourlet*) et autour du filament caudal. C'est du moins ce que montrent, chez les Passereaux, les dessins de Brunn et de Ballowitz, car, ainsi que nous l'avons déjà dit, nous n'avons pas porté nos recherches en dehors du testicule.

Cependant quelques-uns des dessins de Brunn ont un caractère un peu trop théorique qui frise parfois l'inexactitude. Ainsi, dans les faisceaux, jamais les corps protoplasmiques ne présentent des formes aussi distinctes et aussi bien limitées que celles de ses figures 14 et 15 que nous reproduisons ici (fig. XXIV). De plus, les spermatosomes semblables à celui de la figure 14 n'ont qu'un tout petit filament à peine visible. Il y a dans tout cela une trop grande part d'imagination ou de schématisation.



Fig. XXIV. — Formation des spermatozoïdes du Moineau, d'après A. v. Brunn (à gauche fig. 14, au milieu fig. 15, à droite fig. 10 de l'auteur.)

En somme, en dehors de ces gaines céphalique et caudale, rien ne paraît persister du corps protoplasmique primitif. Tout le reste se liquéfie ou bien vient s'accumuler, dans le testicule, contre la lumière du tube séminipare.

On trouve là, en effet (fig. 50 et 62), une zone granuleuse où se perdent les queues des spermatozoïdes. Dans cette zone apparaissent bientôt de nombreuses granulations chromatiques qui renferment du fer, comme nous le prouverons plus loin ; ce sont ces granulations que Brunn a représentées dans sa fig. 15. Quant à la zone elle-même, on peut l'homologuer à la *couche des détritus* du testicule des mammifères ; seulement, chez le Cobaye, par exemple, cette couche est située à l'autre extrémité des faisceaux, c'est-à-dire du côté des têtes des spermatozoïdes.

5° *Résumé et conclusions.* — L'étude de la spermatogénèse du Moineau nous montre combien certains manuels classiques sont peu précis quand ils décrivent la formation des spermatozoïdes. Soumis encore, en effet, aux idées weismanniennes, les auteurs de

ces manuels semblent croire que tout réside dans la division réductrice des spermatocytes. Les spermatides, une fois formés, renferment, disent-ils, ce qui sera essentiel pour la fécondation ; ils n'ont plus qu'à s'allonger et à se différencier morphologiquement.

En réalité, nous avons vu que les phénomènes qui transforment les spermatides en spermatozoïdes sont de deux sortes : les uns d'ordre physique, les autres d'ordre chimique.

Les premiers portent sur la forme des spermatides. Ils changent une cellule sphérique, simple, en une cellule allongée et pointue, pourvue d'un long flagellum. Ce sont les phénomènes les plus visibles, par conséquent les mieux connus et sur lesquels les auteurs s'arrêtent volontiers.

Les seconds, plus cachés, par conséquent plus difficiles à étudier, portent sur la constitution intime des spermatides. Ils transforment une cellule bien vivante (puisqu'elle assimile et élabore) en un élément à vie ralentie, pouvant attendre longtemps le moment où il jouera son rôle fécondant.

Nous avons vu que ces seconds phénomènes sont d'abord une excrétion abondante des parties liquides des spermatides, ensuite la formation d'une nouvelle chromatine résultant sans doute de l'excrétion nucléaire.

D'après ce que Giard nous a appris des effets de l'anhydrobiose [1], il est probable que cette excrétion est surtout (mais non pas seulement) une déshydratation du noyau. On sait, en effet, que les spermatozoïdes de tous les animaux ne montrent aucun mouvement quand on les prend dans le testicule ou même dans le canal déférent. Mais, si on les met en contact avec l'humeur aqueuse de l'œil, comme l'ont fait Sertoli, Renson et Ebner, ou, plus simplement encore, si l'on fait agir la solution physiologique de sel, on peut voir immédiatement apparaître ces mouvements. De même, à l'état normal, les spermatozoïdes ne deviennent mobiles que lorsqu'ils ont pu s'hydrater, soit dans la sécrétion des glandes annexes des canaux déférents, comme chez les Mammifères, soit seulement dans les liquides du cloaque et de l'oviducte, comme chez les Oiseaux, soit encore lorsqu'ils sont versés directement dans l'eau, comme c'est le cas pour les animaux aquatiques.

1. A. Giard, L'anhydrobiose ou ralentissement des phénomènes vitaux sous l'influence de la déshydratation progressive, *Compte rendu Soc. Biol.*, 16 juin 1894.

Du reste, il est facile d'observer directement l'effet de l'eau sur les spermatozoïdes. Ce liquide les tue, dit-on; c'est vrai, mais il le fait, comme l'oxygène pur tue les petits oiseaux, dans les expériences de cours, c'est-à-dire en les épuisant par une activité trop grande. Quand on ajoute une goutte d'eau ordinaire à une préparation de sperme éjaculé, on voit presque immédiatement cette eau déterminer une accélération tumultueuse des mouvements des spermatozoïdes; ils s'entremêlent confusément, les ondulations de leurs queues se succèdent beaucoup plus rapidement, mais bientôt ils s'épuisent et meurent dans un état de contraction qui a frappé de tout temps les observateurs[1].

Cette mort est bien survenue par suite d'une hydratation trop grande. En effet, si on retire à temps cet excès d'eau, en ajoutant, à la préparation une solution saturée de sucre, d'albumine ou de sel de cuisine, par exemple, on peut ranimer les spermatozoïdes et les voir se mouvoir comme auparavant.

En somme, les phénomènes qui se passent dans la formation des spermatozoïdes nous apparaissent ainsi comme des phénomènes préparatoires à la fécondation : les uns mettent le spermatozoïde en état d'aller chercher l'œuf et de pénétrer plus facilement à son intérieur; les autres sont tels que le spermatozoïde retrouvera dans l'œuf le suc nucléaire qu'il avait perdu en se formant. Il entrera alors en cinèse et pourra terminer le cycle cellulaire interrompu par sa déshydratation[2].

Tous ces phénomènes de la spermatogénèse, qu'ils soient physiques ou chimiques, sont, d'abord et avant tout, des manifestations vitales des spermatides eux-mêmes. Ils résultent des mouvements d'assimilation et de désassimilation qui se font dans ces cellules. Or ces mouvements présentent ici une activité toute particulière et une direction spéciale, parce qu'ils sont sous l'influence immédiate de la sécrétion interne du testicule.

Cette sécrétion, faible d'abord, dans les cellules germinatives, vient imbiber de proche en proche les cellules séminales et réagir, à sa manière, sur la nutrition et le fonctionnement de ces der-

1. Voir, par exemple, Frey, *Histologie*, trad. fr., 1877, p. 650.

2. D'un autre côté, en entrant dans l'œuf, le spermatozoïde agit chimiquement sur les réserves ovulaires qu'il rencontre; il les liquéfie et détermine des combinaisons nouvelles rendues visibles par les changements de coloration de l'œuf fécondé. Ce sont probablement ces produits nouveaux qui vont exciter le noyau de l'œuf et amener sa division simultanée de celle du spermatozoïde.

nières cellules. C'est ainsi que nous avons vu se produire, dans les spermatides, les premiers phénomènes de la formation des spermatozoïdes.

Puis, quand la sécrétion interne du testicule atteint son maximum dans chaque cellule de Sertoli, on voit cette sécrétion accélérer et coordonner toutes les évolutions des spermatides appartenant à un même groupe. C'est ce que nous comprenons mieux encore, après avoir fait l'étude des cellules de Sertoli.

V. — Les cellules de Sertoli et les Tactismes de la Spermatogénèse.

A. Description et signification morphologique de la cellule de Sertoli. — Lorsqu'on étudie la cellule de Sertoli dans les livres classiques, on voit que cet élément est constitué par une longue colonne protoplasmique, à bords sinueux et irréguliers, dont la base, dirigée contre la paroi du tube séminipare, renferme un gros noyau vésiculeux et dont le sommet est uni à un faisceau de spermatozoïdes.

Cette description est très exacte; elle peut s'appliquer aux Oiseaux (fig. 11 et 13) aussi bien qu'aux Mammifères; mais, ce que les livres ne disent pas, c'est qu'elle ne rappelle qu'un des états de la vie de la cellule de Sertoli. Ainsi figuré, cet élément ne représente, en effet, comme nous allons le voir, que la période d'activité maximum de sa vie cellulaire; c'est la forme la plus visible de cette vie; c'est celle, par conséquent, qui devait attirer tout d'abord l'attention des histologiques. Aussi les noms différents que l'on a donnés et que l'on donne encore à la cellule de Sertoli[1] ne s'appliquent-ils réellement qu'à cette forme seule.

La cellule de Sertoli, avons-nous dit, au début de notre travail, est une cellule germinative hypertrophiée (fig. XV à XIX) qui, pendant toute la durée de la spermatogénèse, fonctionne périodiquement comme une cellule glandulaire.

Ce n'est pas là une transformation de fonction, puisque nous avons vu les cellules germinatives elles-mêmes se présenter, pendant le repos du testicule, comme des cellules mérocrines; c'est tout simplement l'exagération de la sécrétion interne du testicule

1. *Cellule pédieuse, spermatophore, cellule fixe, cellule énigmatique, cellule pariétale irrégulière, cellule nourricière, cellule végétative*, etc.

que nous allons voir agir, d'une façon spéciale, sur les spermatides en voie de transformation.

Ainsi que tout élément glandulaire à fonctionnement mérocrine, la cellule de Sertoli passe, dans sa vie, par trois phases successives : une phase de progression ou d'élaboration, une phase de sécrétion, enfin une phase de régression ou de retour à la phase d'élaboration. Comme le montre la figure 62 et comme nous l'avons déjà indiqué, ces trois phases correspondent à trois étapes différentes dans la transformation des spermatides en spermatozoïdes [1].

1re phase. — La phase de progression ou d'élaboration peut s'observer pendant la première période de la transformation des spermatides en spermatozoïdes.

Tout au début, c'est-à-dire au moment où l'on n'observe encore aucun changement dans les spermatides, la cellule de Sertoli se confond avec une cellule germinative. Mais bientôt, on voit le noyau de cette cellule grossir, s'éclaircir en devenant vésiculeux et prendre peu à peu la structure caractéristique du noyau de Sertoli (S^1). Chez le Moineau, la position qu'occupe presque toujours ce noyau, au-dessus d'une spermatogonie, permet de retrouver facilement toutes les phases de cette croissance. (Voir en particulier les figures 15 à 18.)

En même temps que le noyau d'une cellule germinative grossit ainsi, son corps cellulaire, ou, plus exactement, la portion de protoplasma soumise directement à l'influence de ce noyau, grossit également et s'avance vers le groupe des spermatides correspondant (fig. 62, S^2, et fig. 6). Pour cela, il s'insinue entre les spermatocytes sus-jacents, qui sont alors à l'état de repos, et les écarte les uns des autres; ce protoplasma marche, d'abord par son activité propre, mais aussi, probablement, en absorbant dans sa masse la substance, dite intercellulaire, qu'il peut rencontrer sur son chemin. (Voir page 120.)

2e phase. — De cette façon, la cellule germinative se transforme en une longue colonne qui va rejoindre les spermatides alors en

1. Dans cette figure, ces phases sont représentées se succédant régulièrement l'une à côté de l'autre. Mais cet aspect est rare; il faut en général aller chercher les trois phases en des points plus ou moins éloignés des tubes séminipares.

Chez les Mammifères, Benda, puis Lenhossek, ont décrit cette évolution périodique de la cellule de Sertoli et l'attraction qu'elle exerce sur les spermatides en maturation. Mais nous verrons, plus loin, combien nous nous éloignons de ces auteurs sur la signification qu'il faut attribuer à cette attraction.

pleine évolution; c'est à ce moment qu'on lui donne le nom de cellule de Sertoli. Son ascension est facilitée tout au moins, avons-nous dit, par la substance protoplasmique intercellulaire qu'elle rencontre sur son chemin; l'union, entre son sommet et le groupe de spermatides, se fait donc tout naturellement et il n'y a pas besoin de supposer ici une sorte de *greffe* (Ebner) ou de *copulation* (Benda). Ces expressions ne répondent pas tout à fait à la réalité du phénomène, mais, de plus, elles laissent supposer : la première, une sorte de parasitisme, la seconde, un acte sexuel qui n'existent pas. Nous verrons, en effet, que le groupement des spermatozoïdes au sommet d'une cellule de Sertoli résulte d'actions purement physiques ou physico-chimiques.

Pendant que se fait cette croissance, on voit apparaître, dans le protoplasma sertolien, des granulations sphériques, semblables à celles qui sont contenues dans les cellules germinatives ordinaires. Ces granulations paraissent surtout nombreuses dans le voisinage du noyau et forment, autour de lui, une enveloppe en forme de corbeille (fig. 6 à 9). Puis, partant de cette région périnucléaire, elles s'élèvent dans la colonne sertolienne en séries linéaires au milieu desquelles on distingue de fins filaments. Mais jamais grains, ni filaments, n'atteignent la région des spermatides; ils restent toujours cantonnés à la base de la cellule de Sertoli. Enfin, disons encore qu'on peut trouver, dans cette région sécrétante, des granulations ferriques sur lesquelles nous reviendrons plus loin.

Si l'on compare ces résultats avec ce que l'on connaît dans les glandes, on doit considérer les granulations chromophiles comme des vacuoles de sécrétion qui mettraient en liberté leur contenu au fur et à mesure qu'elles s'éloignent de leur région de formation; quant aux filaments, ils représentent sans doute ce protoplasma différencié dont Garnier et Bouin ont montré l'existence sous le nom d'*ergastoplasma*.

Quant au liquide sécrété, il s'écoule le long de la colonne sertolienne et va ainsi imbiber le faisceau de spermatozoïdes en formation.

La présence de ce liquide en écoulement peut être mise en évidence, d'une façon indirecte, par la coloration au bleu de Unna, après fixation au liquide de Flemming. Par cette méthode, en effet, les corps cellulaires se colorent en vert très pâle, alors que le

protoplasma sertolien et les queues des spermatozoïdes se teignent en vert intense. Ces deux régions d'origine et de signification différentes, présentant une affinité chimique identique, semblent donc bien avoir subi l'action d'une même substance liquide, se diffusant au milieu d'elles.

Cette démonstration est encore plus frappante quand on traite le testicule par la méthode de Golgi (fig. XXV).

Le rôle sécrétoire de la cellule de Sertoli avait été mis en avant, dès 1871, par Sertoli lui-même; plus tard, en 1888, Ebner avait décrit, dans cette cellule, des granulations graisseuses. Mais c'est Regaud le premier qui, en 1900, a montré, chez les Mammifères, la présence de cette sécrétion chromophile que nous retrouvions nous-même, quelque temps après, chez le Moineau. A la même époque également, Broman décrivait une sécrétion semblable dans le testicule de l'Homme, des Amphibiens et des Sélaciens.

Il est probable également que les « fins cordons de granulations radiairement dirigés » que Benda a décrits dans les cellules de Sertoli de divers animaux, sous le nom de *mitochondries*, sont des formations analogues. (Voir page 133.)



Fig. XXV. — Coupe transversale d'un tube séminipare de Chat traité par le Golgi (Retzius).

Regaud a trouvé cette sécrétion en fixant ses pièces avec le mélange de Tellyesniczky et en les colorant par l'ancienne méthode de Weigert (hématoxyline après mordançage au ferricyanure de potassium). Il l'a décelée ainsi chez : Souris, Lapin, Hérisson, Chat, Chien, Porc, Homme (il n'a pu arriver à la colorer, chez le Cobaye). Il l'a trouvée encore dans les cellules interstitielles, dans l'épididyme et dans l'ovaire.

Broman met en évidence le même produit en fixant avec le liquide de Hermann et en colorant, ou non, avec l'hématoxyline au fer. Pour nous, c'est la fixation au formol picrique et la coloration à l'hématoxyline au fer (méthode de Benda) qui nous a le mieux réussi. Mais il est certain que d'autres méthodes peuvent servir à l'étude de ces cellules.

Ainsi, en 1893, G. Retzius (*Biologische Untersuchungen*, neue Folge, V, p. 34, Stockholm) appliqua la méthode de Golgi à l'étude des nerfs du testicule chez le Chat. Il ne trouva pas de terminaisons nerveuses dans l'épithélium séminifère, mais il vit, dans cet épithélium, « une sorte de cellule ramifiée se teindre d'une façon très intense. » Comme le montre l'un de ses dessins (fig. XXV) et comme, du reste, le soupçonna l'auteur,

ce sont là, évidemment, des cellules de Sertoli, mais des cellules à leur maximum de sécrétion et portant, à leur sommet, des faisceaux de spermatozoïdes.

Or si nous nous rappelons que, dans ces dernières années, les histologistes ont pu mettre en évidence, avec le Golgi, la sécrétion des glandes ordinaires (sudoripares, salivaires et pancréatiques), nous voyons que Retzius est venu, par anticipation, apporter une preuve des plus convaincantes à la thèse que nous soutenons ici. Il est vrai que la cellule de Sertoli toute entière et le faisceau qu'elle supporte fixent également le chromate d'argent; mais nous avons affaire, ici, à une glande à sécrétion interne dont le produit s'étend partout par imbibition, et va ainsi imprégner le faisceau de spermatozoïdes qui lui est intimement uni.

Tout récemment (Cavalié, *Soc. Biolog.*, mars 1902) des recherches semblables sont venues montrer que certaines cellules de la couche profonde de l'épithélium séminifère prennent également, très énergiquement, le chromate d'argent. Pour nous, il n'est pas douteux que ce ne soit là des cellules de Sertoli au début ou à la fin de leur sécrétion, ou bien encore de simples cellules germinatives.

3e phase. — Chez les Mammifères, le faisceau de spermatozoïdes, une fois formé, tombe immédiatement dans la lumière du tube séminipare pour aller, par le canal déférent, se loger dans les vésicules séminales. Chez le Moineau, ce faisceau reste en place dans l'épithélium séminifère jusqu'au moment où une excitation sexuelle le fera tomber. Mais, comme nous l'avons vu (p. 113), la préparation d'une nouvelle lignée séminale n'attend pas ce moment pour se faire. Bientôt de nouveaux spermatides viennent envahir la partie supérieure de la cellule de Sertoli, la séparant complètement ainsi du faisceau de spermatozoïdes qu'elle supportait. Plus bas, de nouveaux spermatocytes se forment, en même temps que la cellule de Sertoli revient peu à peu à l'état primitif, après avoir fini sa sécrétion. (Voir fig. 1, 2 et 4. L'aspect des noyaux ou des faisceaux de spermatozoïdes, représentés dans ces figures, montrent que nous n'avons pas eu affaire ici à des coupes obliques passant par la base d'une cellule de Sertoli).

Cette cellule qui vient de sécréter ne dégénère pas, chez le Moineau; mais, rentre-t-elle définitivement à l'état de repos? Reprend-elle les caractères d'une cellule germinative ordinaire, ou bien garde-t-elle, dans son noyau, par exemple, quelques caractères de cellule de Sertoli (ceci indiquant qu'elle va élaborer de nouveau, pour agir sur la formation de la lignée séminale suivante)?

En d'autres termes, la cellule de Sertoli est-elle simplement une forme plus active d'une cellule germinative quelconque, ou bien est-ce une forme cellulaire spéciale, dérivant directement, il est vrai, d'une cellule germinative?

Il est probable que ce point, peu important, à notre avis, varie avec les animaux. Ainsi, chez le Moineau, on trouve beaucoup plus de noyaux de cellules germinatives que de noyaux de cellules de Sertoli et, dans bien des endroits, il paraît impossible de distinguer ces derniers; ce serait donc ici la première hypothèse qu'il faudrait accepter. Chez le Rat, au contraire, Regaud trouve en moyenne 18 noyaux de cellules germinatives (spermatogonies poussiéreuses) contre 100 noyaux de cellules de Sertoli; ces dernières seraient donc, dans ce cas, des éléments constants, gardant toujours leurs caractères spéciaux.

Une autre question que soulèvent les auteurs à propos de la cellule de Sertoli (et que nous aurions pu traiter, aussi bien, à la suite de la cellule germinative), c'est de savoir si l'épithélium séminifère renferme deux sortes de cellules distinctes, correspondant à deux fonctions différentes, les unes constituant la lignée séminale : spermatogonies, spermatocytes et spermatides, les autres restant toujours sous une forme unique, celle de la cellule de Sertoli. C'est là la *théorie dualiste* des auteurs allemands, théorie la plus anciennement émise, d'abord par Ebner et Neumann, puis modifiée et défendue actuellement par Benda.

Pour le professeur de Berlin, cette dualité serait primordiale puisqu'on trouve déjà, dans les tubes séminipares de l'animal impubère, deux sortes de cellules : les unes petites, épithéliales (nos cellules germinatives), qu'il considère comme étant de jeunes cellules de Sertoli; les autres grosses (nos spermatogonies oviformes d'hiver), qu'il appelle les cellules mères des éléments séminaux. Ces deux formes cellulaires existent, sans doute, mais nous avons vu, en étudiant la préspermatogénèse du Moineau, qu'elles étaient reliées entre elles par des formes intermédiaires, permettant de suivre la transformation des cellules germinatives en spermatogonies d'hiver.

Quant au sens suivant lequel se fait la transformation, il est indiqué par ce fait capital, dont ne parle pas Benda, c'est que le tube séminipare de l'embryon ne renferme souvent que des cellules germinatives.

Enfin le retour hivernal de l'épithélium séminifère du Moineau à un état unicellulaire, les faits de régression expérimentale ou pathologique observés chez les Oiseaux et chez les Mammifères, suffiraient seuls à nous faire accepter la *théorie uniciste* des auteurs français, rendue classique dès 1880 par Mathias Duval et défendue depuis, avec une grande autorité, par Prenant.

Mais là, comme souvent, il suffit de s'entendre. Il y a bien, à la base de l'épithélium séminifère, pendant la spermatogénèse, deux formes cellulaires distinctes : spermatogonies et cellules de Sertoli et ces deux formes jouent bien chacune, en effet, un rôle différent. Seulement ces deux formes dérivent elles-mêmes d'une seule sorte de cellule que nous avons appelée germinative. « Il n'y a donc pas, dirons-nous avec Prenant, dualité de sortes, mais dualité de formes commandée par la raison physiologique du fonctionnement de la glande. » Quant à la signification d'élément femelle, servant de nourrice aux cellules séminales, que Prenant veut attribuer à la cellule de Sertoli, nous allons voir que cette idée ne saurait être la nôtre.

B. Rôle de la cellule de Sertoli. — Avant de montrer, plus explicitement que nous ne l'avons fait jusqu'ici, le rôle directeur que joue la cellule de Sertoli dans la formation des spermatozoïdes, nous devons tout d'abord expliquer pourquoi nous n'avons pu accepter aucune des théories régnantes sur ce sujet.

1° *Théories anciennes.* — Nous ne nous arrêterons pas à discuter celles des opinions anciennes qui ne peuvent plus être soutenues, maintenant que l'on connaît la sécrétion de la cellule de Sertoli ; c'est ainsi que nous rappellerons seulement pour mémoire, d'un côté : la théorie d'Ebner (1871) et Neuman qui, sous le nom de *spermatoblaste*, faisait, de la cellule de Sertoli, la cellule mère des spermatozoïdes, et celle d'Helman (1876) qui considérait cet élément comme n'étant qu'un reste de la cellule mère des cellules séminales ; de l'autre : la théorie de Merkel (1888) qui faisait de cet élément une simple *cellule de soutien* pour les cellules séminales et celle de Mihalkovics (1873) qui, allant plus loin que Merkel, disait que tout ce que l'on décrivait sous le nom de cellule ramifiée n'était qu'une *substance intercellulaire*, de nature conjonctive.

Cependant ces dernières idées se retrouvent encore vaguement dans les écrits de Prenant et dans ceux plus récents de Regaud. L'espèce de syncitium protoplasmique qui résulte du remaniement des cellules germinatives ordinaires ou hypertrophiées (cellules de Sertoli) loge bien les cellules séminales, comme le fait remarquer Regaud, mais cela ne veut pas dire qu'il soit là pour servir de soutien à ces cellules.

Un rôle semblable est peu compréhensible, en effet, dans un tissu où les éléments se renouvellent constamment. Il n'existe, ni dans l'épiderme, ni dans les muqueuses; pourquoi existerait-il dans un milieu beaucoup plus instable, celui de l'épithélium séminifère? Quant à la cellule de Sertoli, prise en particulier, l'évolution périodique qu'elle présente est incompatible avec une simple fonction de soutien.

2° *Théorie de la cellule nourricière.* — *a.* — Dès 1871, Sertoli, en décrivant, sous le nom de *cellule ramifiée*, l'élément auquel on devait donner son nom, disait qu'en plus d'un rôle de soutien, cette cellule devait encore avoir celui de sécréter une substance nourricière.

C'est cette hypothèse que Benda développa longuement, dix-huit ans après (1889), en donnant à la cellule de Sertoli le nom de *cellule végétative* ou *pédieuse*. A la même époque, Ebner, revenant sur sa première opinion, adoptait ces idées. Depuis lors, tous les spermatologistes avancent que la cellule de Sertoli prend, au plasma sanguin, des substances nutritives dissoutes, les élabore et les transmet ensuite aux autres cellules de l'épithélium séminifère.

On avait trouvé, en effet, dans beaucoup de cellules de Sertoli, des produits variés : globules de graisse, corps chromatoïdes, cristalloïdes, que l'on considéra naturellement comme étant ces substances nutritives que devaient élaborer ces cellules. Malheureusement, on s'aperçut bientôt que ces productions n'avaient rien de constant; ainsi, on en trouvait chez la Salamandre, alors qu'on n'en pouvait découvrir chez le Triton. Mais, ce qui était plus embarrassant, c'est que ces prétendues élaborations nutritives n'existaient pas toujours chez le même animal et que ce n'était pas au moment de la spermatogénèse active qu'elles paraissaient les plus abondantes; chez le Moineau en particulier, nous trouvions bien de la graisse dans quelques testicules de l'hiver, mais jamais en pleine spermatogénèse. En somme, personne ne montrait aucune concordance évidente entre la présence de ces enclaves et l'activité de l'épithélium séminifère.

b. — La découverte d'une sécrétion propre à la cellule de Sertoli est venue, dans ces derniers temps, donner une base plus solide à cette théorie; mais ce n'est là qu'une apparence, comme nous allons le voir en parlant du dernier travail paru sur ce sujet, de celui de Regaud.

Reprenant les idées de von Bardeleben et de Plato, cet auteur pense que l'élaboration de la nourriture destinée aux cellules séminales commence dans les cellules interstitielles; il voit, en effet, dans ces cellules, des formations analogues à celles qu'il venait de découvrir dans les cellules de Sertoli. Ne pouvant admettre, avec les histologistes allemands, la présence de pores dans les parois des tubes séminipares, il suppose que les granulations nutritives, élaborées par les cellules interstitielles, se dissolvent et tombent dans les espaces intercellulaires; puis elles traversent ainsi, à l'état liquide, les parois des tubes et sont reprises par les cellules de Sertoli (syncitium fondamental de Regaud). Là, ces substances nutritives réapparaîtraient à l'état figuré, mais seulement à la base des cellules de Sertoli, dans le voisinage du noyau; plus haut, elles

se dissoudaient de nouveau pour pouvoir passer enfin dans les cellules séminales, en particulier dans les spermatides, où elles réapparaîtraient encore une fois à l'état figuré.

En somme, d'après Regaud, la nourriture destinée à l'épithélium séminifère passerait par la succession d'états suivants : *figuré*, dans les cellules interstitielles, *diffus* dans la lymphe des espaces conjonctifs, *figuré* de nouveau à la base des cellules de Sertoli, *diffus* au sommet des mêmes cellules, *figuré* une troisième fois dans les spermatides. Et, malgré tous ces avatars, la nourriture se retrouverait chez les spermatides, « *dans son état chimique et sous sa forme histologique primitive* ». « Il est permis de supposer, dit en terminant Regaud, que la fonction sécrétoire du syncitium fondamental (les cellules de Sertoli) de l'épithélium séminal se borne à la *reconstitution morphologique et chimique* d'un produit préalablement élaboré, et à la *distribution* de ce produit aux cellules de la lignée spermatique plongées dans son protoplasma. »

Continuant à appliquer la même méthode de raisonnement, Regaud arrive à donner une signification toute nouvelle à la chromatine des noyaux des spermatides; cette chromatine servirait d'intermédiaire aux matériaux nourriciers pour les faire passer de la cellule de Sertoli dans l'intérieur du corps cellulaire des spermatides; dans cette hypothèse, la chromatine aurait seulement un rôle chimique, ce qui, ajoute Regaud, « tend à la faire déchoir du rang très élevé que lui attribuent les cytologistes pour lesquels la transmission des caractères héréditaires est sa fonction *exclusive* ou *essentielle* ».

C'est à Regaud lui-même que nous emprunterons la critique, non pas de ces dernières vues encore hypothétiques, que nous laissons complètement de côté, mais du rôle nutritif de la sécrétion sertolienne.

En effet, si ce rôle existe bien, on doit s'attendre à voir la sécrétion diminuer ou disparaître lorsque la spermatogénèse diminue elle-même d'activité ou lorsqu'elle est complètement arrêtée. Or, quelques mois après sa première publication à ce sujet, dans une note à la Société de Biologie, Regaud montrait qu'il n'en était pas ainsi; il voyait la sécrétion sertolienne continuer à se faire dans le testicule ectopique, dans le testicule fœtal, dans les segments terminaux des tubes séminipares, c'est-à-dire dans des endroits où l'on ne voit pas de cellules spermatiques. Bien plus, dans son dernier mémoire, il retrouve la même sécrétion là où n'ont jamais existé de semblables cellules : dans l'ovaire et dans l'épididyme.

Malgré cela Regaud conserve toujours son opinion. Il en conclut seulement que la fonction sécrétoire du syncitium nourricier (cellules de Sertoli) est, dans une certaine mesure, indépendante de la fonction spermatogénétique.

c. — Mais, en dehors de toutes ces critiques que l'on peut faire à la théorie soutenue par Benda, Ebner, Regaud, etc., il est un point qui prime tout, car il est la base véritable, la raison même de la théorie. Tous ces auteurs oublient, en effet, de nous dire pourquoi les cellules séminales, et en particulier les spermatides, sont des éléments incapables de pouvoir se nourrir eux-mêmes?

On a dit autrefois, et nous retrouvons cette idée dans le mémoire de Broman (1901), que cette incapacité tenait à l'éloignement des cellules séminales par rapport aux capillaires sanguins. Or, en ce qui concerne les spermatogonies, tout au moins, cette raison n'existe pas; et puis nous ne voyons pas pourquoi « la lymphe des espaces conjonctifs » qui renferme les substances nutritives limiterait sa distribution bienfaisante à la seule cellule de Sertoli, négligeant les cellules voisines.

Ce raisonnement montrait vraiment trop le besoin d'assigner un rôle à des éléments dont on ne savait que faire. On ne s'en servait pas alors, en effet, pour des éléments plus isolés encore : pour les cellules supérieures du corps de Malpighi, dans la peau, ni pour les cartilages, par exemple.

Parmi les auteurs modernes, Peter est le seul, je crois, qui, en 1899, ait abordé franchement la question. Il a cherché, dans la structure même des cellules séminales, la cause de leur prétendue incapacité; voici son raisonnement :

« L'activité d'une cellule, dit-il, dépend de l'état dans lequel se trouve la chromatine de son noyau : plus cette substance est finement divisée, plus la cellule est active ; plus elle est concentrée en masses compactes, plus l'activité de la cellule se ralentit; donc cette activité doit arriver à être nulle, ou presque nulle, quand la chromatine est ramassée en une formation unique. »

Appliquant ces notions à l'évolution des spermatides, par exemple, il montre la chromatine de ces cellules se concentrant de plus en plus jusqu'à former une masse unique, dans la tête du spermatozoïde. Par conséquent, dit-il, les spermatides deviennent de moins en moins actifs et, pour continuer à vivre, il leur est nécessaire de se mettre en rapport avec une cellule nourricière, qui est la cellule de Sertoli.

Pour ne pas allonger outre mesure notre critique, nous admettrons le point de départ de ce raisonnement, qui est pourtant bien discutable. Nous allons le voir, du reste, se retourner contre l'auteur lui-même.

D'abord Peter ne décrit les choses qu'en gros, quand il parle d'une simple concentration de chromatine, lors de la transformation des spermatides en spermatozoïdes; il y a là, en effet, comme nous l'avons montré, des phénomènes beaucoup plus compliqués. D'un autre côté, il se trompe quand il pense que les spermatides sont des cellules inactives, ayant perdu toute faculté élaboratrice; les microsomes de Prenant et les mitochondries de Benda et Meves sont là pour lui prouver le contraire. Enfin, pour en finir avec les spermatides, nous avons vu que leur évolution commence en dehors de tout contact direct avec la cellule de Sertoli correspondante qui, à ce moment, est encore à l'état de repos.

Appliquons maintenant le raisonnement de Peter à la cellule de Sertoli des Vertébrés supérieurs.

Chez les Poissons, qui font surtout le sujet de son étude, Peter a bien vu, dans le noyau de ces prétendues cellules nourricières, un état pulvérulent de la chromatine; voilà, dit-il, des éléments qui doivent posséder une grande puissance élaboratrice. Mais si Peter avait regardé au delà

des Vertébrés inférieurs, s'il avait cherché à s'assurer que l'état pulvérulent, caractéristique, d'après lui, de toute cellule nourricière, se retrouvait bien partout, il aurait probablement abandonné son idée. Il se trouve justement, en effet, que, chez les Oiseaux et chez les Mammifères, la chromatine des cellules de Sertoli, au lieu d'être finement divisée, se trouve concentrée en masses considérables.

Enfin Peter, comme tous ceux, du reste, qui soutiennent la même théorie, aurait dû penser à l'absence de cellule semblable à la cellule de Sertoli : chez les Arachnides, chez les Acantocéphales, chez un grand nombre de Vers et de Crustacés; dans ces types, pourtant, il faut bien que les cellules séminales puissent se subvenir à elles-mêmes.

3° *Théorie de la cellule contractile. — a.* — Depuis Swaen et Masquelin (1883), tous les auteurs ont trouvé une structure plus ou moins nettement fibrillaire au protoplasma de la cellule de Sertoli, mais la plupart n'y ont pas attaché d'importance. Seuls, Benda et Regaud pensent, au contraire, que cette structure correspond à une propriété contractile de ce protoplasma.

Pour Benda (1887), chaque fibrille serait un filament contractile qui irait s'attacher au noyau de chaque spermatide, et l'attirerait à lui en se contractant. Tous les filaments agissant ensemble, les spermatides se fusionneraient ainsi, substance à substance, avec le sommet d'une cellule de Sertoli (cellule pédieuse) formant un ensemble désigné par l'auteur allemand sous le nom de *spermatophore* (*Samenständen*). C'est ce qu'on appelle la *théorie de la copulation* de Benda.

Mais Benda n'a jamais *réellement vu* une union se faire entre les filaments et les noyaux des spermatides, nous dit-il lui-même dans un travail ultérieur (1898); seulement il voit ces noyaux changer de situation pendant leur évolution. S'il fait intervenir une prétendue contractilité de la cellule de Sertoli, c'est parce qu'il ne sait comment ces changements pourraient s'expliquer autrement. Il est vrai qu'il lui restait à dire pourquoi cette cellule attirait ainsi à elle les spermatides, mais, à cette autre question, Benda répond en adoptant purement et simplement la théorie qui fait de la cellule de Sertoli une nourrice des éléments séminaux.

Nous ne rapporterons pas ici toutes les critiques que l'on a faites de la théorie de la copulation. Un seul fait suffira pour la rejeter complètement. Chez le Moineau, et probablement chez tous les Vertébrés supérieurs, les changements de situation des spermatides qui avaient attiré l'attention de Benda, débutent longtemps avant qu'une cellule de Sertoli ne soit arrivée à leur contact.

b. — Dans le dernier travail de Regaud (1901) nous trouvons une autre critique non moins sérieuse de la théorie de Benda (critique que nous allons rappeler tout à l'heure) et cependant, quelques pages plus loin, cet auteur arrive à des conclusions semblables. « *La fasciculation et la rétraction des spermies* (spermatides en évolution) *sont manifestement dues*, dit-il, *à la contractilité du protoplasma syncitial*. Ces cellules, plongées *dès leur naissance* dans ce protoplasma, sont, à un moment donné,

entraînées vers la couche génératrice par la contraction de ses fibrilles (*loc. cit.*, p. 264). »

Mais là encore, nous allons trouver notre critique en citant textuellement celle que Regaud fait lui-même à Benda. « Il y a lieu de se demander, dit-il, pourquoi, chez les espèces telles que le Chien, où la fibrillation est très développée, les têtes des spermatozoïdes restent toujours éloignées de la couche génératrice de l'épithélium, tandis que chez les espèces où la fibrillation est à peine visible, telles que le Rat, les têtes des spermatozoïdes sont attirées presque jusqu'au contact des noyaux de Sertoli (p. 252). »

Il y a d'autres choses encore qui étonnent Regaud (par exemple la dépendance entre les noyaux des spermies et de Sertoli, se faisant d'abord à distance) et, en fin de compte, je ne serais pas étonné qu'il ne soit pas très convaincu de la vérité de son explication. Au début de la formation des spermatozoïdes, les choses se passent, dit-il, *comme si un filament contractile reliait la pointe* de chaque spermatozoïde au noyau de Sertoli. Plus tard, quand les spermatozoïdes vont tomber dans la lumière du tube, « les choses se passent comme si les spermatozoïdes étaient déjà séparés de leur lobe résiduel *et tirés par la queue.* »

Nous rapprocherons, de cette théorie, certaines observations de Meves qui expliquent, d'une autre façon, la fasciculation des spermatozoïdes. Cet auteur a vu que, chez la Salamandre, les spermatides s'engrenaient fortement l'un avec l'autre au moyen de longs prolongements protoplasmiques. Il en conclut que ces prolongements doivent aider les spermatozoïdes en développement à prendre la disposition fasciculée. Mais, à supposer que Meves ait bien vu, il lui reste encore à nous expliquer pourquoi ces prolongements se rétracteraient toujours du même côté.

Enfin, pour en finir avec les théories mécaniques, nous dirons encore que, d'après Regaud, la sécrétion sertolienne servirait finalement à entraîner mécaniquement les spermatozoïdes et à leur fournir le milieu liquide où ils doivent vivre à leur sortie du testicule.

Faisons remarquer seulement que ce rôle mécanique ne concorde pas avec ce que nous avons vu chez le Moineau. Là, en effet, les cellules de Sertoli ont terminé leur sécrétion et, cependant, les faisceaux de spermatozoïdes sont toujours restés à la même place.

4° *Théorie de la cellule souche.* — En 1888, Sanfelice, à la suite d'un travail d'ensemble sur la spermatogénèse des Vertébrés, donnait comme conclusion que les cellules de Sertoli (ses cellules germinales) étaient l'élément souche, générateur, de tout l'épithélium séminifère. Cette théorie, que l'on retrouve accessoirement dans les écrits de Prenant et de Bouin, a été reprise et développée sur de nouvelles bases par Regaud.

Il n'y a pas à s'arrêter au travail de Sanfelice, dont les idées sur la nature du noyau de la cellule de Sertoli et sur le rôle des spermatides (ses cellules de sécrétion) sont jugées depuis longtemps. Il n'y aurait pas à le faire davantage pour la théorie de Regaud, que l'auteur lui-même vient d'abandonner complètement, si cette théorie ne renfermait quelque chose de vrai, comme nous allons le voir.

Trouvant des formes de transition entre les noyaux des cellules de Sertoli et les noyaux des cellules germinatives (spermatogonies poussiéreuses); d'un autre côté, voyant, à la surface des noyaux de Sertoli, des fentes qu'il attribuait à des amitoses, Regaud en concluait que la cellule de Sertoli est l'élément souche, la forme fondamentale unique d'où dérivent toutes les formes cellulaires de l'épithélium séminal.

Regaud a parfaitement vu en décrivant, entre les noyaux typiques des cellules de Sertoli et les noyaux des cellules germinatives, « toute une gamme de transitions insensibles ». Il en conclut, avec raison, à un lien génétique entre ces deux noyaux; mais, où il se trompe, c'est dans le sens qu'il donne à la filiation. Comme Schœnfeld l'a montré dernièrement chez le Taureau, comme nous l'avons vu ici, chez le Moineau, c'est au contraire la spermatogonie poussiéreuse de Regaud (notre cellule germinative) qui est la cellule souche d'où dérive la cellule de Sertoli. Avant nous, du reste, Benda (1887), Tellyesniczky (1894) et Lavalette Saint-Georges (1898), avaient déjà conclu dans le même sens.

Regaud base ensuite son opinion sur le raisonnement suivant. La première espèce cellulaire qui apparaît dans le tube séminifère de l'embryon, puis la dernière qui suit la régression pathologique de l'épithélium séminifère de l'adulte montrent, dit-il, des formes semblables à celle de la cellule de Sertoli. Tout ceci est encore parfaitement vrai. Mais ce qu'on appelle cellule de Sertoli n'est, avons-nous vu, qu'un état particulier de la cellule fondamentale du tube séminipare, de la cellule germinative qui, en effet, apparaît la première et reste la dernière dans le tube.

Ce qui a trompé Regaud, c'est l'interprétation inexacte de certains aspects. D'abord les plissements de la membrane nucléaire des noyaux de Sertoli ne cadrent pas avec ce que l'on connaît du processus habituel de l'amitose; moins abondants chez le Moineau que chez les Mammifères et exagérés encore par l'action des réactifs (surtout le sublimé), ces plissements sont dus probablement à des déformations mécaniques ou physiologiques en rapport avec la fonction sécrétante de ces cellules; ensuite les prétendus « noyaux jumeaux » de Regaud, qui rappellent nos figures 15 et 16, par exemple, ne peuvent être des noyaux frères provenant d'une même division : le supérieur est tout simplement un noyau de cellule de Sertoli déformé par la croissance d'une spermatogonie sous-jacente.

Nous ne nous arrêterons pas à cette critique, car Regaud vient de reconnaître très honnêtement son erreur. « Je ne crois plus, dit-il (*loc. cit.*, p. 256), que les noyaux des spermatogonies naissent par amitose des noyaux de SERTOLI. Ma première explication des noyaux-jumeaux est donc fausse; l'expression même de noyaux-jumeaux est impropre et doit être abandonnée. » Malheureusement, nous ne pouvons accepter la nouvelle explication qu'il donne. Ces aspects seraient formés, dit-il, par l'accolement momentané d'une spermatogonie contre un noyau de Sertoli. Ce serait, continue Regaud, pour se nourrir plus facilement que cette spermatogonie se déplacerait ainsi; quand elle aurait suffisamment absorbé de nourriture, elle se dégagerait ensuite pour continuer,

seule, son évolution. Cette disposition particulière de noyaux-jumeaux serait donc en rapport avec le rôle nourricier de la cellule de Sertoli que nous avons combattu plus haut.

5° *Théorie nouvelle.* — La revue critique que nous venons de faire, venant à la suite de notre travail, nous donne, au moins, une notion certaine, paraissant définitivement acquise à la science : celle de la nature glandulaire de la cellule de Sertoli. La question que nous envisageons, dans ce chapitre, se réduit donc maintenant à chercher le rôle de la sécrétion sertolienne dans la spermatogénèse.

Nous avons donné les raisons qui nous empêchent d'accepter le rôle nutritif, invoqué le plus habituellement par les auteurs, du moins sous la forme simpliste d'une cellule sœur préparant et distribuant la pâtée à ses petits frères. La question est, pour nous, beaucoup plus vaste, tout en étant plus claire, il nous semble. En effet, de même que nous avons vu la cellule de Sertoli n'être qu'une cellule germinative hypertrophiée, de même nous avons montré que la sécrétion sertolienne n'était qu'une forme de la sécrétion interne du testicule.

C'est en concordance avec cette sécrétion interne, exercée d'abord par les cellules germinatives et par les cellules interstitielles, qu'apparaissent, chez le jeune Moineau, les premiers caractères sexuels secondaires. La cellule de Sertoli est une troisième forme histique de cette sécrétion interne qui vient, à chaque printemps, redonner une nouvelle intensité à ces caractères, en même temps qu'elle agit directement sur le métabolisme des spermatides.

Les physiologistes nous apprennent, en effet, que la sécrétion interne du testicule est un stimulant énergique des échanges et des oxydations cellulaires. « Il doit y avoir, dans cette sécrétion, disent-ils, un agent de combustion qui, en exagérant les dépenses, provoque la rénovation de la matière, stimule les mouvements d'assimilation et de désassimilation... [1] »

Or, si la sécrétion interne du testicule va ainsi exciter les cellules somatiques éloignées, à plus forte raison doit-elle agir sur les cellules de l'épithélium séminifère qui, elles, sont directement soumises à son action. C'est par là, probablement, qu'il faut expliquer

1. Guinard, art. CASTRATION du *Dictionnaire de physiologie* de Richet.

les cinèses successives et les phénomènes si compliqués qui caractérisent la vie des cellules composant cet épithélium.

Mais, là où l'influence de la sécrétion interne devient surtout manifeste sur les cellules séminales, c'est lorsqu'elle atteint périodiquement un maximum dans la cellule de Sertoli. Cette cellule, en s'élevant vers le groupe de spermatides correspondant, va plus particulièrement exciter le métabolisme de ces éléments et, de cette façon, nous pouvons nous entendre avec Benda pour dire que la cellule de Sertoli a un rôle trophique.

En plus de ce rôle excitateur de la nutrition cellulaire, la sécrétion sertolienne détermine encore des phénomènes de *chimiotaxie positive* qui expliquent : l'allongement des noyaux des spermatides en tête des spermatozoïdes, l'orientation constante de ces derniers par rapport à une cellule de Sertoli, enfin leur enfoncement, plus ou moins grand, dans l'intérieur de cette cellule.

En effet, par la direction de son écoulement constant, par sa concentration qui va en augmentant du sommet de la cellule vers le noyau (là où se trouve son foyer d'origine), cette sécrétion exerce sur les spermatides une excitation *unilatérale* d'autant plus énergique que la sécrétion est plus abondante. Et, comme les noyaux des spermatides sont relativement mobiles, surtout après la destruction des corps cellulaires chez le Moineau; comme, d'un autre côté, c'est une loi de biologie cellulaire que le noyau d'une cellule se déplace toujours vers le point de cette cellule où le métabolisme est le plus intense, il doit s'exercer finalement des relations directes et intimes entre chaque groupe de spermatides et la cellule de Sertoli correspondante.

On comprend ainsi pourquoi, dans chaque groupe de spermatides, les éléments qui se transforment les premiers en spermatozoïdes sont toujours les spermatides centraux, c'est-à-dire ceux qui sont le plus immédiatement sous l'influence sertolienne; par la même raison on comprend l'existence, presque constante, à la périphérie d'un faisceau de spermatozoïdes, d'éléments arrêtés dans leur évolution (fig. 50). Enfin il est probable, et conforme du reste à ce que nous savons des phénomènes de cytotropisme, que le noyau de la cellule de Sertoli est influencé, à son tour, par le voisinage des spermatozoïdes, car nous voyons chez lui, par sa situation et par sa forme souvent étirée, une tendance manifeste à s'élever vers le faisceau situé au-dessus de lui.

Cette idée de chimiotaxie positive, venant s'exercer sur les spermatozoïdes en voie de formation, était presque à prévoir, depuis que les expériences de Pfeffer (1884), de Molisch (1889), de Miyoshi (1894) et de Lidforss (1895) sur les androgamètes des végétaux, celles de Dewitz (1886) sur les spermatozoïdes des Mammifères, sont venues nous montrer la sensibilité toute particulière de ces éléments vis-à-vis des excitants chimiques.

Mais il est possible que d'autres tactismes se produisent en même temps, dans la spermatogénèse, avec des intensités variables, suivant l'animal que l'on considère (voir également, p. 131).

Ainsi, l'écoulement continu de la sécrétion sertolienne, se faisant pendant un certain temps le long des faisceaux de spermatozoïdes, détermine une action mécanique qui intervient probablement dans la constitution définitive des faisceaux. Peut-être même ce faible courant liquide exerce-t-il sur les têtes des spermatozoïdes un phénomène semblable à celui que Sthal a bien étudié en 1884, sous le nom de *rhéotaxie*; c'est le phénomène par lequel certains organismes présentent une tendance constante à se mouvoir en sens inverse du courant de l'eau. Dans des expériences très simples, Roth (1893) a montré, en effet, que les spermatozoïdes des Mammifères étaient rhéotactiques. Pour Verworn, ce serait grâce à cette propriété que les spermatozoïdes de ces animaux prendraient le chemin qui doit les conduire à l'ovule. « Lorsque les spermatozoïdes, dit-il, sont parvenus dans la cavité de l'utérus, ils y rencontrent un courant de liquide muqueux qu'ils doivent remonter, puisque les battements des cils vibratils de l'épithélium qui tapisse la cavité de l'utérus sont dirigés vers la vulve et créent de la sorte un courant vers l'extérieur » [1].

D'un autre côté, la physiologie nous apprend également que la quantité de calories émise par une cellule vivante est d'autant plus grande que cette cellule travaille. L'activité particulière des cellules de Sertoli détermine ainsi, dans l'épithélium séminifère, des sources isolées de production de chaleur; or c'est au moment où cette production doit être la plus active que l'on voit les spermatides précipiter leur évolution et venir se fixer au sommet des cellules de Sertoli. Il est donc probable qu'il s'établit, là aussi, des phénomènes de *thermotaxie positive* qui viendraient s'ajouter aux phénomènes de

1. Max Verworn, Physiologie générale, *trad. fr.*, 1900, p. 493. On trouvera, dans cet ouvrage, la bibliographie complète des travaux concernant les phénomènes de taxie.

chimiotaxie pour exciter encore le métabolisme des spermatides.

Enfin, les actions de contact et de pression plus ou moins grandes qui s'exercent dans un même faisceau, nous donneraient probablement, si elles étaient mieux connues, l'explication des formes spéciales que prennent les spermatozoïdes de chaque espèce animale.

Une de ces actions est pour nous plus particulièrement intéressante; c'est celle qui s'exerce entre la tête de chaque spermatozoïde et le sommet de la cellule de Sertoli.

On sait en effet que les cellules mobiles sont toujours attirées par des surfaces et qu'entre ces cellules et les surfaces, s'exercent des phénomènes, plus ou moins forts, auxquels Verworn a donné le nom général de *thigmotaxie*. Chez les éléments sexuels mâles, ces phénomènes ont été encore peu étudiés. Ils ont été d'abord signalés et décrits sous le nom d'*adelphotaxie* par Hartog (1888), qui les a étudiés chez les spores de Saprolégniées; ils ont été observés ensuite chez les spermatozoïdes de Blatte, par Dewitz (1886) et chez ceux de Grenouille, par Massart (1888, 1889). Ces auteurs ont montré que les spermatozoïdes *vivants* « sont retenus par les surfaces avec lesquelles ils viennent en contact, et que, de plus, ils cherchent à augmenter l'attouchement dans les plus larges limites possibles ». Massart, en particulier, montre que le spermatozoïde de Grenouille, une fois accolé à la glaire qui entoure les œufs, « tend à pénétrer en entier pour éprouver le contact par toute la surface de son corps. A mesure qu'il s'avance, il rencontre des couches de plus en plus denses qui lui procurent des sensations croissantes. Il continue donc à pénétrer perpendiculairement jusqu'à ce qu'il arrive contre l'œuf ».

Il est évident que les phénomènes qui déterminent l'accolement des spermatozoïdes au sommet des cellules de Sertoli sont plus compliqués que ne l'indique le raisonnement de Massart. Dans les deux cas, cependant, il y a un contact quelque peu comparable et il est vraisemblable que des phénomènes de thigmotaxie viennent s'ajouter encore aux autres tactismes, dans l'union qui se fait entre les spermatozoïdes et le protoplasma sertolien.

Toutes ces considérations jettent un jour nouveau, il nous semble, sur la spermatogénèse. Elles serviront, nous l'espérons, pour les recherches futures, surtout en ce qui concerne les Invertébrés. Chez ces animaux, en effet, les conditions de la spermatogénèse sont

beaucoup plus variées que chez les Vertébrés; on y trouvera certainement des différences dans la sécrétion interne du testicule, qui, dans beaucoup de types, s'exerce encore par des cellules semblables à nos cellules de Sertoli, et, dans d'autres, se fait seulement par des éléments analogues à nos cellules germinatives. Ce sera, en même temps, des différences d'intensité que l'on remarquera dans l'influence des tactismes que nous avons signalés ici. Ainsi, dans les types chez lesquels le développement des spermatozoïdes s'achève au milieu du liquide cœlomique, comme chez les Sagitta et chez les Arénicoles, il y aura à noter probablement une influence prépondérante de phénomènes rhéotactiques; autre part, on pourra reconnaître de nouvelles actions qui n'existeraient pas chez le Moineau ou qui nous auraient échappé. Il est probable enfin que c'est par l'absence, ou par la faiblesse d'actions directrices semblables, que l'on expliquera le caractère purement cellulaire conservé par les spermatozoïdes d'un grand nombre de Myriapodes, de beaucoup de Crustacés et de Nématodes; nous pouvons déjà faire remarquer, en concordance avec ces vues, que, dans ces derniers types, on ne trouve pas de cellules de Sertoli, ni d'éléments analogues.

L'année dernière, quand nous communiquâmes ces idées pour la première fois, à la Société de biologie (séance du 16 nov. 1901), nous pensions qu'elles étaient entièrement nouvelles. Mais depuis, en lisant un mémoire allemand qui paraissait en France au moment même de notre communication, nous avons été étonné, et en même temps heureux, d'y trouver des idées quelque peu semblables aux nôtres, sans être identiques comme nous allons le voir.

Broman, l'auteur de ce mémoire que nous avons cité, p. 130, rappelle d'abord que Grobben avait attribué à une *trophotaxie* les rapports qui s'établissent entre la cellule de Sertoli et les spermatozoïdes. Et, en effet, voici ce qu'écrivait Grobben (*Zool. Anz.*, 1899, p. 104) : « Le besoin de nourriture pousse les cellules séminales en développement à se joindre aux cellules nourricières dont les modifications très actives les attirent... On peut expliquer probablement de la même façon la coordination parallèle des spermatozoïdes. Les noyaux des cellules séminales exercent entre eux une action analogue à celle qui les rapproche des cellules nutritives. » Grobben ajoute que d'autres phénomènes mécaniques peuvent agir en même temps que cette trophotaxie, tels, par exemple, qu'un mouvement de la cellule nutritive elle-même.

Broman, qui accepte également le rôle nourricier de la cellule de Sertoli, trouve tout à fait vraisemblable que la forme de tactisme existant entre la cellule de Sertoli et les spermatides soit une trophotaxie,

« mais, ajoute-t-il, je ne puis m'empêcher de remarquer que Grobben l'affirme trop, sans le prouver ».

Cette preuve, Broman pense la voir dans ce fait que les spermatides de l'homme renferment des formations (*Korbbläschen*) qu'il suppose provenir directement des cellules de Sertoli. Ce transport de nourriture serait, pour lui, la meilleure preuve du rôle nourricier de la cellule de Sertoli. Mais cette interprétation, si elle était exacte, laisserait entières les critiques que nous avons présentées plus haut à propos de la théorie de la cellule nourricière; de plus, tout semble prouver que Broman s'est laissé influencer par une idée préconçue.

En effet, les vésicules qu'il trouve dans les spermatides ne ressemblent guère (à en juger par ses dessins) aux produits contenus dans les cellules de Sertoli. Ici, elles ont des parois formées d'entrelacs, d'où le nom de vésicules en corbeille qu'il leur donne; là, au contraire, ce sont de simples vacuoles creusées dans le protoplasma sertolien.

Et puis, à supposer que les deux formations soient de même nature et qu'une émigration de substance existe réellement, nous dirons à Broman, comme nous l'avons dit à Regaud pour une interprétation semblable : Prouvez-nous, montrez-nous, seulement par un indice, que cette migration se fait en allant de la cellule de Sertoli vers les spermatides et non pas dans le sens contraire.

D'un autre côté, Broman n'a pu trouver de ces *Korbbläschen*, ni dans les spermatides de Sélaciens, ni dans ceux d'Amphibiens et pourtant, dit-il, les cellules de Sertoli de ces animaux sécrètent des produits semblables à ceux qui existent dans les cellules de Sertoli de l'Homme.

Chez le Moineau, une transmission directe de la cellule de Sertoli portant des produits figurés aux spermatides serait d'abord tout à fait impossible, comme nous l'avons vu. De plus, chez cet animal, comme chez les Sélaciens et chez les Amphibiens, les spermatides ne renferment aucun produit de sécrétion visible.

Les *Korbbläschen*, dit Broman, ont une ressemblance frappante avec les vésicules mitochondriales que Meves a décrites récemment dans les petites spermatides de *Paludina vivipara* (v. p. 132). Et, en effet, bien que Broman s'en défende, nous pensons que ce sont là des formations analogues, dont il reste encore à chercher les homologies et la signification exactes dans toute la série animale.

En définitive, la critique des idées de Grobben et de Broman aurait aussi bien pu trouver place à la suite des idées de Benda et de Regaud sur le rôle nourricier de la cellule de Sertoli. Si nous les rapportons ici c'est parce qu'elles marquent (celles de Broman surtout) un progrès sensible sur la théorie nourricière classique, en faisant intervenir des phénomènes de tactisme pour expliquer la fasciculation des spermatozoïdes.

VI. — Sur la nature de la sécrétion liquide de l'épithélium séminifère et sur la présence du fer dans cet épithélium.

Arrivés à la fin de notre étude, nous voyons qu'en somme les spermatologistes anciens ont méconnu un facteur important de la spermatogénèse, celui de la sécrétion de l'épithélium séminifère.

Si nous avons pu montrer le rôle essentiel de cette sécrétion dans la formation des faisceaux de spermatozoïdes, si nous avons pu prévoir même une influence plus grande et plus générale se faisant sentir sur le métabolisme de toutes les cellules séminales, par contre nous n'avons rien dit, jusqu'ici, de la nature intime de cette sécrétion. C'est qu'en effet, nous ne sommes pas chimiste et que des bases sérieuses, pour cette recherche, nous ont bientôt manqué.

Nous avons vu que, pendant l'hiver, la sécrétion des cellules germinatives était très peu abondante et se manifestait d'abord par la présence de grains incolores, puis par celle de vacuoles venant crever à l'extrémité centrale de ces cellules. La substance que renferment ces vacuoles est probablement une substance liquide, soluble dans les réactifs, car on ne la retrouve pas, dans les coupes, par le moyen des colorants.

De place en place, cependant, surtout dans la région centrale des canalicules, là où les cellules germinatives viennent vider leur contenu, on voit, avec l'hématoxyline au fer, des granulations sphériques se colorer en noir ou en violet intense. Nous trouvons là la première apparition d'une substance nouvelle, insoluble dans les réactifs, colorable par l'hématoxyline au fer (et un peu aussi par le crystal violet). C'est cette substance que nous avons vu caractériser la sécrétion interne du testicule pendant l'été [1]. Peu abondante alors, dans les cellules germinatives, nous avons montré que cette substance chromophile se formait, au contraire, en très grande quantité dans les cellules de Sertoli.

C'est un produit de sécrétion à peu près semblable (par ses caractères morphologiques et chromophiliques) que Regaud et Broman

1. A cette époque, en effet, les cellules interstitielles sont devenues si rares que leur sécrétion ne peut plus compter, chez le Moineau.

ont trouvé dans les cellules de Sertoli d'autres Vertébrés. Nous avons vu cependant que Regaud n'avait pu le colorer chez le Cobaye. Tous ces caractères sont bien insuffisants pour que nous puissions parler de la nature de ce produit. Regaud pense qu'il représente un état particulier de certaines substances grasses; la graisse que l'on trouve en petite quantité dans le testicule des Mammifères « constitue, dit-il, une forme chimique plus stable et moins mobile du produit de sécrétion » (*loc. cit.*, p. 291). Nous ne pouvons rien dire à ce sujet, car l'acide osmique ne nous a jamais montré de graisse dans les testicules de Moineau, pendant l'été.

A côté de cette substance chromophile, formée par les cellules germinatives et par les cellules de Sertoli, nous avons trouvé, dans les mêmes éléments du testicule du Moineau, certaines granulations sphériques contenant du fer. Le procédé que nous avons employé pour cette recherche, faite avec l'aide de M. Gabriel Delamare, est le procédé classique au ferrocyanure de potassium en solution à 5 ou 10 p. 100, acidulée avec l'acide chlorhydrique, au moment de s'en servir; nous avons eu soin, du reste, de contrôler cette méthode par un autre procédé non moins classique, croyons-nous, celui du sulfhydrate d'ammoniaque.

Faisant agir ces solutions sur les coupes collées, pendant dix à quinze minutes au plus, nous avons pu mettre ainsi en évidence des grains sphériques colorés en bleu de Prusse par le ferrocyanure, en noir par le sulfhydrate. Ces grains se rencontrent exclusivement en deux régions de l'épithélium séminifère, éloignées l'une de l'autre : 1° contre la membrane propre des tubes séminipares, dans la zone des cellules germinatives et des spermatogonies; 2° dans l'intérieur même des tubes, au milieu de la couche des détritus.

Dans la première région, les grains sont relativement peu nombreux. Bien qu'il soit difficile de faire agir les colorants ordinaires, pour ne pas cacher la couleur particulière du fer, on se rend compte facilement, cependant, qu'il se rencontre surtout dans le protoplasma des cellules germinatives et des cellules de Sertoli; mais il y en a aussi dans le corps cellulaire des spermatogonies (et peut-être même dans les spermatocytes en synapsis). Par contre, jamais nous n'en avons observé dans les autres éléments cellulaires de l'épithélium séminifère, ni dans les autres spermatocytes, ni dans les spermatides, ni au milieu des faisceaux de têtes de spermatozoïdes.

Dans la deuxième région, dans la couche des détritus, les granulations de fer sont beaucoup plus nombreuses que dans la zone des cellules germinatives. Nous connaissions déjà, ici, l'existence de ces granulations avant que l'idée ne nous soit venue de faire la recherche du fer dans le testicule; elles sont en effet colorables par les couleurs basiques : hématoxyline, safranine, bleu polychrome, etc. Tous les dessins qui les reproduisent dans nos planches (fig. 50 et 62) ont été faits, par nous, avant cette découverte du fer; ils sont donc la meilleure preuve qu'il n'y a pas eu erreur dans notre recherche et que le fer trouvé dans ces granulations provient bien du testicule lui-même. Mais c'est à peu près la seule chose que nous puissions en dire pour le moment, et nous ne savons encore comment expliquer la présence de ce fer dans l'épithélium séminifère.

On ne saurait faire intervenir ici les leucocytes, qui jouent un si grand rôle dans la question du fer de l'organisme. On ne peut davantage parler d'une prise de fer au sang par les cellules interstitielles, car ces cellules sont excessivement rares pendant l'été. Du reste, si nous avons trouvé parfois des grains bleus dans les espaces intercanaliculaires, cela n'a jamais été qu'en quantité infime par rapport à ce qui existe dans l'épithélium séminifère.

Il est donc probable que le fer, contenu dans le sang ou dans la lymphe interstitielle sous une forme non décelable par les réactifs, est pris directement par les cellules germinatives et par les cellules de Sertoli. Là, probablement sous l'influence de la sécrétion de ces cellules, le fer forme une nouvelle combinaison plus instable et par conséquent plus facilement décomposable par l'acide chlorhydrique. Après avoir été utilisé par ces cellules, le fer va s'accumuler dans la couche des détritus, où il rejoint le protoplasma non employé à la formation des spermatides.

Maintenant, que devient le fer qui s'entasse ainsi dans la lumière des tubes séminipares? Est-il repris par l'organisme, ou bien se retrouve-t-il dans le sperme éjaculé? Ce sont là des questions, la dernière surtout, qui nous paraissent bien difficiles à résoudre chez les Oiseaux. Chez les Mammifères, nous avons trouvé très peu de données sur ce sujet; alors que certains auteurs ne trouvent pas de fer, d'autres, tels que Zaleski, Guillemonat

et Delamare [1] en rencontrent en petite quantité : le premier dans le sperme de l'Homme, les seconds dans le testicule du Chien [2].

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

La Spermatogénèse *proprement dite* commence, chez le Moineau, quand le testicule atteint une longueur de sept à huit millimètres, c'est-à-dire vers le milieu ou la fin de mars.

Elle dure pendant tout l'été, mais, contrairement à ce qui existe chez les Mammifères, la spermatogénèse du Moineau procède par poussées nettement distinctes les unes des autres. Ces poussées doivent être déterminées, en partie du moins, par les congestions actives qui précèdent ou accompagnent les rapprochements sexuels,

Contrairement encore à ce qui existe chez les Mammifères, chaque lignée séminale évolue suivant une ligne droite et un peu oblique, par rapport à la paroi du tube séminipare. Cette lignée se termine par la formation d'un faisceau de spermatozoïdes comprenant de 80 à 100 éléments.

Une fois formé, chaque faisceau de spermatozoïdes reste en place, dans l'épithélium séminifère, jusqu'au moment où une congestion du testicule le fera tomber dans la lumière du tube.

Sa chute se fait par une espèce de fente ou de clivage qui s'opère au milieu de la zone des spermatides, de sorte que les faisceaux de spermatozoïdes mûrs entraînent avec eux un certain nombre d'éléments non transformés.

Un grand nombre de faisceaux tombant en même temps, il en résulte, à la surface de l'épithélium séminifère, la formation d'une vaste plaie qui se répare par un processus comparable à celui de la cicatrisation ordinaire des plaies. Les spermatides restés en place s'étendent à la surface de la plaie par une sorte d'éboulement passif, en même temps que par leurs mouvements propres;

1. St. Sz. Zaleski, Zur Frage über die Ausscheidung des Eisens aus dem Thierkörper.... *Arch. fur exper. Pathol. u. Pharm.*, 1887, XXIII, p. 320. Guillemonat et Delamare, Le Fer du ganglion lymphatique, *Compt. rend. Soc. Biol.*, 26 oct. 1901.

2. Nous devons ajouter qu'à côté des observations positives que nous venons de relater, nous n'avons rien obtenu avec des coupes provenant de testicules pris à la même époque et traités de la même façon. Peut-être cette variation dans la teneur en fer vient-elle de l'âge des individus sacrifiés? Dans tous les cas ces résultats négatifs ne peuvent infirmer nos premiers résultats, d'autant moins que nous avons monté dans le baume nos premières coupes et que ces préparations sont toujours là pour montrer la réalité de la réaction.

puis les spermatocytes sous-jacents montrent des phénomènes de division cinétique très actifs.

Ces phénomènes de réparation, de même que la formation des nouveaux faisceaux de spermatozoïdes, se produisent sous l'influence de la sécrétion interne du testicule, en particulier sous celle de la cellule de Sertoli.

Ces particularités font qu'on peut trouver, dans une même section transversale d'un tube séminipare, les différentes espèces cellulaires composant l'épithélium séminifère :

1° Cellules germinatives et Cellules de Sertoli;

2° Spermatogonies;

3° Spermatocytes;

4° Spermatides et Spermatozoïdes.

1° Les Cellules germinatives représentent, dans le testicule adulte, la continuation de l'épithélium germinatif de l'embryon.

Ce sont des cellules glandulaires à fonctionnement mérocrine, dont le protoplasma est remanié profondément, chaque printemps, par la prolifération des cellules séminales proprement dites. L'ensemble de leurs corps cellulaires donne alors, pendant l'été, l'aspect d'un vaste syncitium ou d'une substance intercellulaire (voir p. 117).

Les cellules germinatives sont les éléments primitifs, les cellules souches d'où dérivent, par amitose, pendant l'hiver, mais surtout au printemps : d'abord les premières cellules séminales, c'est-à-dire les spermatogonies; ensuite une forme glandulaire plus accentuée encore, la cellule de Sertoli (voir p. 121 et 149).

Pendant l'été, les cellules germinatives se divisent peu ou pas; elles fonctionnent surtout comme éléments glandulaires. A l'automne, elles restent, comme réserve, pour reformer les spermatogonies de l'année suivante (p. 121).

2° Les Spermatogonies dérivent, par croissance, d'une des dernières divisions amitosiques des cellules germinatives.

Les premières spermatogonies, qui apparaissent pendant l'hiver, atteignent un volume très considérable, car elles élaborent des substances liquides à leur intérieur; ce sont les ovules mâles des auteurs qu'on doit appeler plus justement *spermatogonies d'hiver* ou mieux encore, *spermatogonies oviformes*.

Les rares divisions que présentent les spermatogonies d'hiver sont souvent incomplètes et dégénératives. D'autres fois, ces divisions ne portent que sur les noyaux et forment ainsi des nids de trois

ou quatre noyaux contenus dans une même limite cellulaire. C'est là, probablement, un rappel ancestral du mode de formation des spermatozoïdes que l'on observe chez les Vertébrés inférieurs et chez beaucoup d'Invertébrés (voir les fig. VII et VIII de la première partie de notre mémoire).

Les *spermatogonies de printemps* et *d'été* restent au contraire petites, parce qu'elles se divisent très activement pour former la zone de prolifération d'où repart chaque lignée séminale nouvelle.

Ces petites spermatogonies se multiplient par cinèses dans lesquelles le fuseau achromatique semble provenir exclusivement du noyau (p. 125).

3° Les Spermatocytes de premier ordre dérivent, par croissance, d'une des dernières divisions mitosiques des spermatogonies.

Ils subissent une longue évolution qui les fait augmenter de volume et que l'on peut diviser en quatre phases : de transition, de synapsis, de préparation à la cinèse et de division.

Les spermatocytes de deuxième ordre ont, au contraire, une vie très courte; ils se divisent par le même mode de karyocinèse que les spermatocytes de premier ordre.

4° Les Spermatides, de même que les cellules précédentes, sont des éléments cellulaires qui peuvent se nourrir par eux-mêmes.

Leur transformation en spermatozoïdes se fait sous l'influence de la sécrétion interne du testicule, en particulier sous l'action de la cellule de Sertoli (p. 149).

Cette transformation peut se diviser en deux périodes (p. 129) :

a. La première période comprend surtout des phénomènes protoplasmiques.

Il se forme d'abord, dans l'archoplasma, une vésicule claire qui vient s'appliquer sur un des pôles du noyau; puis les centrosomes vont se placer au pôle opposé, qui sera le point d'attache de la queue du futur spermatozoïde; enfin la partie périphérique du corps cellulaire des spermatides se liquéfie et disparaît.

Cette première période se termine ainsi par la formation d'un petit organite, présentant déjà la symétrie du spermatozoïde et qu'on peut appeler, avec les auteurs, *spermatosome*.

b. La deuxième période suit immédiatement la précédente. Elle débute par le commencement de l'orientation de ces spermatosomes, orientation qui se fait sous l'influence d'une cellule de Sertoli et par rapport à elle.

Cette période comprend des phénomènes physiques et des phénomènes chimiques (p. 134).

Dans les premiers se rangent : l'allongement de la vésicule archoplasmique en armature céphalique du spermatozoïde ; la transformation du noyau des spermatides en tête spiralée de spermatozoïde ; l'apparition, autour des centrosomes, d'une substance chromatique diffuse qui forme manchon autour du filament caudal, etc. Ces phénomènes physiques ont pour résultat de transformer une cellule sphérique en un élément flagellé, allongé et pointu, propre à s'enfoncer plus facilement dans l'œuf.

Les phénomènes chimiques consistent surtout (d'après ce que nous montre le microscope) en une déshydratation du noyau, suivie de la formation d'une nouvelle chromatine (p. 138). Ils ont pour résultat de changer une cellule bien vivante en un élément à vie ralentie pouvant attendre longtemps le moment où il rencontrera l'œuf.

Les parties protoplasmiques des spermatides qui ne se trouvent pas utilisées dans ces formations de spermatozoïdes viennent se ramasser, au centre des tubes séminipares, en une large zone (couche des détritus) dans l'intérieur de laquelle se terminent les queues des spermatozoïdes (voir résumé et conclusions p. 145).

5° Les Cellules de Sertoli sont des cellules germinatives hypertrophiées ; elles représentent par conséquent une forme plus accusée de la sécrétion interne du testicule (voir p. 121 et 149).

Leur apparition, au printemps, coïncide toujours avec une nouvelle intensité des caractères sexuels secondaires du mâle.

Il n'y a donc pas, dans l'épithélium séminifère, deux sortes de cellules originairement distinctes ; il n'y a pas dualité cellulaire primitive, mais dualité secondaire : temporaire chez les Oiseaux, permanente chez les Mammifères (p. 153).

Comme toute cellule à fonctionnement mérocrine, les cellules de Sertoli présentent, périodiquement, trois phases successives, correspondant aux différentes phases de la formation des spermatozoïdes (p. 149).

La sécrétion de ces cellules présente d'abord les propriétés générales de la sécrétion interne du testicule en allant activer le métabolisme des cellules séminales (p. 161.) (C'est seulement ainsi qu'on peut attribuer aux cellules de Sertoli un rôle trophique dans la spermatogénèse.)

Mais, de plus, par son abondance et par son écoulement principal se faisant toujours vers le groupe de spermatides sus-jacent, cette sécrétion exerce, sur ces dernières cellules, une excitation unilatérale d'où résulte une chimiotaxie positive. C'est cette force qui attire et fixe les spermatozoïdes au sommet des cellules de Sertoli (p. 162).

La sécrétion sertolienne détermine probablement d'autres taxies : rhéotaxie, thermotaxie, thigmotaxie, etc. (voir p. 163).

En *résumé*, le testicule est un organe qui fonctionne comme glande ouverte et comme glande close.

Dans le premier cas, il fournit une sécrétion morphologique ou cytogène; dans le second, une sécrétion chimique.

La Sécrétion morphologique ou cytogène du testicule, qui élabore et met en liberté les spermatozoïdes, se produit sous l'influence de la sécrétion chimique.

C'est pourquoi l'on voit, à chaque printemps, chez le Moineau, l'épithélium séminal dériver, par multiplication et par différenciation, d'un épithélium glandulaire ordinaire *préexistant*.

La Sécrétion chimique du testicule produit, au printemps, une substance liquide contenant du fer, dont un des rôles est d'exciter le métabolisme cellulaire de l'épithélium séminal.

Cette sécrétion peut être mise en évidence, chez le Moineau, par l'hématoxyline au fer. Elle provient de deux formes histiques particulières :

a. Cellules germinatives.

b. Cellules de Sertoli, auxquelles il faut ajouter les Cellules interstitielles.

Ces trois sortes de cellules ne sont que trois formes plus ou moins différenciées d'une seule espèce glandulaire primitive (p. 122) [1].

L'origine, l'abondance et la nature de la sécrétion interne du testicule varie, chez le Moineau, avec l'époque de l'année.

Pendant l'hiver, cette sécrétion est fort peu abondante et se fait exclusivement par les cellules germinatives et par les cellules interstitielles; elle est soluble dans les réactifs.

Pendant l'été, la sécrétion interne provient surtout des cellules de Sertoli et devient alors très abondante; elle est insoluble, colorable par l'hématoxyline et probablement aussi par le Golgi (p. 151).

1. Voir également G. Loisel, Sur l'origine du testicule et sur sa nature glandulaire, *Compt. rend. Soc. Biol.*, 18 janvier 1902 et *Compt. rend. Ac. sc.*, avril 1902.

Ajoutons enfin que l'épithélium séminifère du Moineau renferme du fer, pendant l'été (voir p. 166).

Explication des planches.

Lettres communes.

Ge. Cellules germinatives.
S. Cellules de Sertoli.
Go. Spermatogonies.
C^1. Spermatocytes de 1er ordre.
C^2. Spermatocytes de 2e ordre.
Id. Spermatides.
So. Spermatosomes.
Z. Spermatozoïdes.

Planche II (pl. VIII de notre mémoire).

Fig. 1. — Épithélium séminifère au moment de la chute d'un faisceau de spermatozoïdes. — En bas et à droite, C^2, trois spermatocytes de 2e ordre dont un en cinèse; plus haut, C^1, trois spermatocytes de 1er ordre également en cinèse. S, une cellule de Sertoli en régression.

Fig. 2. — Deux cellules de Sertoli en régression.

Fig. 3. — Chute des faisceaux de spermatozoïdes entraînant avec eux de nombreux spermatides. A la périphérie du tube, on ne trouve plus trace de cellule de Sertoli; il n'y a là que des cellules germinatives.

Fig. 4. — Épithélium séminifère en repos. Cellules germinatives (Ge) formant, en bas, la couche profonde de l'épithélium séminifère et, plus haut, une bande transversale (Ge) située au milieu des spermatocytes. En bas et à gauche, cellule de Sertoli (S) revenue presque à la forme de cellule germinative.

Fig. 5. — Coupe tangentielle de l'épithélium séminifère passant au niveau des stades synapsis des spermatocytes et rencontrant six noyaux de cellules de Sertoli.

Fig. 6. — Épithélium séminifère traité pour montrer la sécrétion sertolienne. En bas et à gauche, cellules de Sertoli se confondant encore avec les cellules germinatives; à ce niveau une spermatogonie en cinèse. En bas et à droite, trois cellules de Sertoli au maximum de leur sécrétion; une seule de ces cellules est vue en son entier

Planche III (pl. IX de notre mémoire).

Fig. 7, 8 et 9. — Régions périnucléaires de trois cellules de Sertoli au moment de leur sécrétion active. En 7, on voit, en plus, cinq spermatogonies; en 8 et 9, trois cellules germinatives.

Fig. 10 et 19. — Régions de l'épithélium séminifère où se trouvent accumulées un grand nombre de cellules germinatives.

Fig. 11 et 13. — Deux cellules de Sertoli vues en entier, (liquide de Flemming, Safranine).

Fig. 12, 14 et 20. — Cellules de Sertoli en régression.

Fig. 15 à 18. — Évolution d'un noyau de cellule germinative (fig. 15, S) en noyau de cellule de Sertoli (fig. 18, S).

Les noyaux qui sont disséminés dans cette planche sont des noyaux de Sertoli.

PLANCHE IV (pl. X de notre mémoire).

Fig. 21 à 24. — Cinèses de spermatogonies.

Fig. 25 à 28. — Spermatocytes au stade de synapsis. Dans la figure 28, le noyau de droite montre le passage du stade de synapsis au stade de préparation à la cinèse.

Fig. 29 à 49. — Différentes phases de la karyocinèse des spermatocytes de 1er ordre, fixés par le liquide de Flemming et colorés par la safranine et l'acide picrique.

Fig. 29 à 33. — Prophase.

Fig. 29. — Spirème.

Fig. 30. — Chromosomes en anneaux.

Fig. 31 à 34. — Segmentation du spirème et condensation des chromosomes en grains.

Fig. 33. — Formation de groupes quaternes ou tétrades (?)

Fig. 35. — Formation du monaster (?)

Fig. 36. — Monaster.

Fig. 37 à 44. — Métaphase.

Fig. 37 à 41. — Divisions du monaster vues de profil ou de face.

Fig. 42 à 44. — Formation du dyaster.

Fig. 45. — Probablement cas anormal de courbure du fuseau achromatique à la fin de la métaphase.

Fig. 46 à 49. — Télophase.

Fig. 46. — Reconstitution des noyaux fils. Formation de la cloison de séparation entre les deux cellules filles. Plaque cellulaire étranglant, sur cette cloison, le fuseau achromatique.

Fig. 47 et 48. — Rotation des noyaux fils s'isolant du fuseau achromatique.

Fig. 49. — Les deux celulles filles (spermatocytes de deuxième ordre). La supérieure montre encore les restes du fuseau.

PLANCHE V (pl. XI de notre mémoire).

La différence de grosseur que l'on peut observer dans les éléments représentés dans cette planche (comparer par exemple les fig. 56 et 57) tient, non pas à une différence de grossissement, mais aux différents modes de fixation employés. Excepter toutefois la fig. 62.

Fig. 50. — Faisceau de spermatozoïdes se continuant, en haut, dans la zone des détritus. Sur les parties latérales, spermatides et spermatosomes à différents états d'évolution.

Fig. 51, 52, 53. — Trois coupes transversales d'un faisceau de spermatozoïdes : en haut, au niveau des queues ; au milieu, au niveau des

pièces d'union (avec quelques têtes à la périphérie); en bas, au niveau des têtes.

Fig. 54. — Spermatocytes et spermatides montrant leurs centrosomes. Dans les spermatides, on voit différentes phases de l'émigration des centrosomes et le début de la vésicule archoplasmique.

Fig. 55. — De *a* à *h*, phases successives de la transformation d'un spermatide (*a*) en spermatosome (*h*). Pièce fixée par le formol picrique.

Fig. 56. — Évolution d'un spermatozoïde. (Pièce fixée par le liquide de Flemming. Les corps cellulaires n'ont pas été représentés.)

Fig. 57. — Spermatosomes fixés par le sublimé acétique, montrant les dépôts de substance chromatique qui se font souvent sur le filament caudal, en même temps qu'autour des centrosomes. (Voir également la fig. 60.)

Fig. 58. — Quatre phases de l'évolution d'un spermatozoïde montrant le changement de chimisme qui se produit pendant cette évolution. (Voir la note de la p. 138.)

Fig. 59. — Spermatosomes et spermatozoïdes normaux.

Fig. 60. — Spermatozoïdes tératologiques.

Fig. 61. — Têtes de spermatozoïdes tératologiques.

Fig. 62. — Portion d'épithélium séminifère montrant les évolutions correspondantes des cellules de Sertoli et des groupes de spermatides sus-jacents.

S^1. — Noyau de cellule de Sertoli commençant à grossir. Au centre les spermatides les plus éloignés (c'est-à-dire les plus âgés) commencent à se transformer.

S^2. — Noyau d'une cellule de Sertoli commençant à sécréter (la coupe a passé ici, comme dans la coupe suivante, un peu tangentiellement à la cellule). Au centre, les spermatides, devenus spermatosomes, sont en train de se grouper.

S^3. — Cellules de Sertoli en pleine sécrétion. Faisceaux de spermatozoïdes.

Cette figure montre encore nettement la division en quatres zones, de l'épithélium séminifère :

a. Zone des cellules germinatives et des spermatogonies située à la périphérie des tubes séminipares;

b. Zone des spermatocytes renfermant, à la base, les noyaux des cellules de Sertoli en sécrétion;

c. Zone des spermatides, des spermatosomes et des spermatozoïdes;

d. Zone des détritus bordant la lumière centrale des tubes séminipares.

(*Travail du laboratoire d'Histologie de la Faculté de médecine de Paris.*)

ÉTUDE ANATOMIQUE

DE

CINQ ANIMAUX ECTROMÈLES

SUIVIE DE CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR L'ECTROMÉLIE

PAR MM.

LESBRE et **FORGEOT**

Professeur — Répétiteur

à l'École vétérinaire de Lyon.

L'ectromélie est une monstruosité caractérisée par l'avortement plus ou moins complet d'un ou de plusieurs membres.

Trois genres en ont été distingués par Is. Geoffroy Saint-Hilaire :

I. *Genre Phocomèle*, dans lequel mains ou pieds paraissent exister seuls et s'insérer immédiatement sur le tronc.

II. *Genre Hémimèle*, dans lequel le ou les membres anormaux sont au contraire avortés à l'extrémité et terminés en forme de moignons.

III. *Genre Ectromèle*, dans lequel l'avortement du ou des membres anormaux est complet ou presque complet.

Les cinq cas que nous avons à faire connaître appartiennent au genre ectromèle, qui est d'ailleurs de beaucoup le plus fréquent.

Suivant son siège, l'ectromélie est unithoracique, bithoracique, uniabdominale, biabdominale, double latérale (gauche ou droite), triple, quadruple. Et chaque sorte comporte des conditions anatomiques variables : les os des ceintures étant plus ou moins malformés, déviés ou nuls, les os des rayons étant absents ou rudimentaires, et enfin des complications se produisant fréquemment telles que : malformations de l'appareil uro-génital dans l'ectromélie

pelvienne, changements de forme du thorax dans l'ectromélie thoracique, hydrocéphalie, brachygnathie, déviations vertébrales, etc. Il n'est guère d'individus qui, bien étudiés, ne puissent donner lieu à des constatations intéressantes, voire même nouvelles, malgré le grand nombre de cas déjà enregistrés dans les annales de la Science.

I. — Fœtus bovin femelle ectromèle des quatre membres.

Cet animal (fig. 1) nous a été envoyé par M. Foncelle, inspecteur des abattoirs de Bourges, qui l'avait extrait de la matrice d'une vache sacrifiée pour la boucherie, à peu près à mi-terme de la gestation.

Il mesurait, du vertex à la naissance de la queue, 37 centimètres; du bout du nez à l'extrémité de la queue, 48 centimètres. La tête était

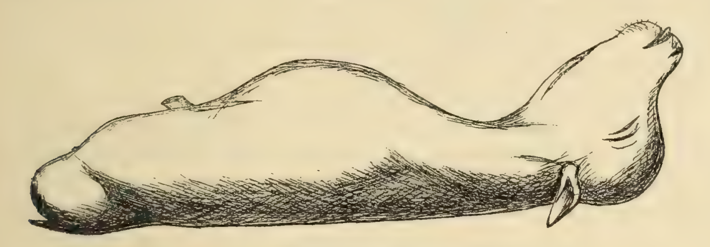


Fig. 1. — Dessin, d'après photographie, d'un fœtus bovin atteint d'ectromélie totale.

longue de 12 centimètres. La queue, particulièrement grêle, n'avait que 3 ou 4 centimètres. Le crâne était très proémiment, sphérique, comme s'il y avait eu hydrocéphalie; mais à la dissection on n'a pas trouvé trace d'hydropisie, ni dans le cerveau, ni dans les méninges. Autant que nous avons pu en juger par le bout qui en restait, le cordon ombilical était très gros. La peau était dépourvue de pigment et à peu près glabre, abstraction faite de quelques poils disséminés sur les paupières et le museau.

Mais ce qui attirait avant tout l'attention et faisait de l'animal un monstre, c'est l'absence des quatre membres. Il n'y avait pas trace extérieure de membres thoraciques, pas le moindre moignon, le moindre appendice cutané, la moindre cicatrice ; cependant, au toucher, on sentait dans la région de l'épaule une petite plaque solide sous-cutanée qui se terminait en pointe à mi-hauteur de la poitrine, sur laquelle nous reviendrons plus loin. — A la place des membres pelviens, on remarquait deux courts moignons hémisphériques dirigés en arrière, sur lesquels la peau ne présentait aucune adhérence anormale, aucune cicatrice; le gauche était surmonté d'un petit mamelon cutané ayant tout à fait l'aspect d'une tétine, mais qu'il faut interpréter comme un vestige digité. Cette conformation rappelle celle de la jeune femme dont

parle Is. Geoffroy Saint-Hilaire, qui s'exhibait vers 1830 et dont les membres inférieurs étaient remplacés par des moignons hémisphériques, d'autant plus semblables à des mamelles que, au centre de chacun d'eux, existait un petit tubercule charnu et cutané, simulant un mamelon. (Voir *Traité de tératologie.*)

A la jonction du ventre et des moignons dont il vient d'être parlé, notre fœtus portait deux petites tétines, au lieu de quatre, longues de 4 millimètres, légèrement étranglées à la base et tellement ressemblantes à l'appendice du moignon gauche que l'idée nous était venue tout d'abord que cet appendice était une mamelle erratique; il a fallu l'examen microscopique pour nous convaincre de sa nature digitée.

Dissection. — A l'ouverture de l'abdomen, nous trouvons une grande quantité de sang épanché provenant d'une rupture du foie. A part cela, tous les viscères du ventre sont normaux et il en est de même de ceux de la poitrine. Les organes génitaux, si souvent malformés dans l'ectromélie abdominale, ne présentent rien de particulier, depuis les ovaires jusqu'à la vulve. Tout l'intérêt de la dissection réside donc dans les os, les muscles, les vaisseaux et les nerfs.

Squelette. — Les os du tronc ne présentent rien autre à signaler qu'une certaine atrophie du coccyx et une courbure plus accentuée des premières côtes, donnant à la poitrine une forme moins comprimée que d'habitude. A la place de l'épaule existe, de chaque côté, un osselet triangulaire à pointe inférieure, de 28 millimètres de long sur 16 de large, surmonté d'un cartilage de prolongement à peu près normal de forme et de dimensions (fig. 2). Cet osselet représente évidemment le scapulum; il est concave sur sa face interne, convexe sur l'externe, laquelle porte une légère côte en ébauche d'épine acromienne.

Les autres os du membre thoracique n'ont pas laissé le moindre vestige.

Chose remarquable, les coxaux sont, à peu de chose près, bien conformés, et le bassin normal; toutefois les cavités cotyloïdes manquent; à la place qu'elles devraient occuper, on voit s'articuler une pièce cartilagineuse d'un et demi à deux centimètres de longueur, que la forme non moins que la position permet d'assimiler à un fémur; chacun de ces rudiments est surmonté d'un nodule cartilagineux gros comme un pois, fixé à l'ischium, qui semble faire office de cran d'arrêt pour suppléer à l'absence de la cavité cotyloïde (fig. 2); ne serait-ce pas un trochanter détaché?

Muscles. — La peau et le peaussier du tronc étant enlevés, on découvre à l'entour du rudiment scapulaire les divers muscles extrinsèques de l'épaule: trapèze, rhomboïde, grand dorsal, grand dentelé, angulaire, mastoïdo-huméral, omo-trachélien, pectoraux. Ceux-ci sont confondus en une seule couche qui se termine sur la pointe scapulaire en se réunissant avec le grand dorsal et avec le mastoïdo-huméral.

Quant aux muscles intrinsèques de l'épaule, ils sont infimes et appliqués sur l'une et l'autre face du scapulum; tout au plus peut-on

reconnaître le sous-scapulaire en dedans, le sus-épineux et le sous-épineux en dehors.

Les muscles de la tête, du cou, du rachis, du thorax, de l'abdomen n'offrent rien de particulier.

Les psoas sont réduits; ils laissent le carré des lombes en grande partie à découvert.

Les fessiers sont un peu plus petits que normalement.

Les muscles de la cuisse sont amoncelés autour du rudiment fémoral et plus ou moins confondus, surtout du côté interne; on distingue toutefois le long vaste, le demi-tendineux, le tenseur du fascia lata.

Vaisseaux. — L'aorte antérieure est beaucoup plus petite que d'habitude.

Dès leur sortie de la poitrine sous les scalènes, les troncs brachiaux se

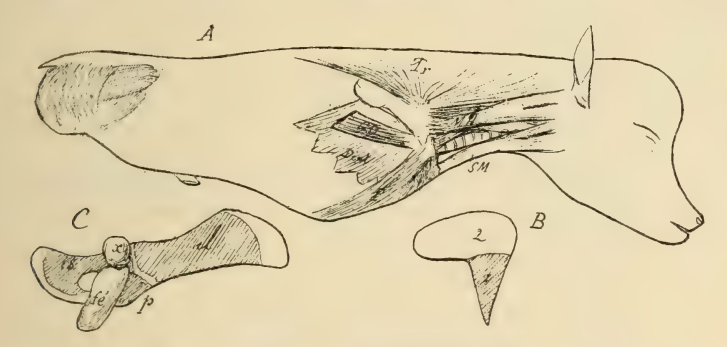


Fig. 2. — Dissections du fœtus représenté déjà fig. 1.

A : Vue d'ensemble; *Tr*, trapèze; *MH*, mastoïdo-huméral; *GD*, grand dorsal; *Dent*, grand dentelé; *P*, pectoraux; *SM*, sterno-mastoïdiens.

B : Scapulum; 1, os; 2, cartilage.

C : Coxal et rudiment de fémur; *il*, ilium; *is*, ischium; *p*, pubis; *fé*, fémur; *x*, sésamoïde supra-fémoral. (Les parties non couvertes de hachures sont cartilagineuses.)

distribuent aux muscles et téguments voisins par plusieurs branches dont la détermination nous a semblé impossible.

Les artères iliaques externes sont de calibre réduit; elles plongent dans la partie antéro-interne du moignon crural et s'y perdent en se ramifiant.

Nerfs. — Le plexus brachial est peu développé, mais situé comme normalement dans l'interstice des scalènes; ses divisions s'épuisent surtout dans la région de l'épaule; on distingue notamment : deux nerfs pour les muscles pectoraux, un nerf pour le grand dentelé, un pour le grand dorsal, un pour l'angulaire de l'omoplate, une branche sous-cutanée thoracique, etc. Les nerfs des parties absentes, ainsi que les vaisseaux, sont eux-mêmes radicalement absents.

Le plexus lombo-sacré offre la disposition ordinaire, mais il est plus petit; ses deux principales divisions, le grand sciatique et le fémoral, s'épuisent en ramifications dans le moignon crural.

Centres nerveux. — L'encéphale nous a paru normal; peut-être le cer-

velet était-il plus petit que d'ordinaire relativement au cerveau, mais n'ayant pas fait de pesées, nous ne pouvons rien affirmer.

La moelle épinière a été l'objet de toute notre attention; on sait en effet que ses renflements se développent corrélativement et solidairement avec les membres. Nous avons constaté, conformément à nos prévisions, que le bulbe brachial était absent et le bulbe crural peu accentué. La moelle, suivie à partir du trou occipital, conservait sensiblement le même diamètre jusqu'à l'origine de la région thoracique; elle se rétrécissait ensuite progressivement, gardait un volume minimum jusqu'à l'origine des lombes, et enfin se renflait un peu avant de former son *filum terminale*. En un mot, son volume était assez exactement proportionné à celui des nerfs qui s'en échappaient, lequel était lui-même en rapport avec le quantum des organes à innerver : quantité minimum au niveau de la mince paroi du thorax et de l'abdomen, maximum au niveau des membres quand ils existent.

L'examen microscopique de coupes transversales a montré un tissu parfaitement normal, exempt de toute dégénérescence : la substance grise de la région des bulbes nous a paru seulement moins abondante que normalement et ses cellules moins nombreuses; encore faudrait-il, pour l'affirmer, avoir examiné comparativement des coupes faites aux mêmes endroits chez un fœtus bovin de même âge et normalement conformé, ce qu'il ne nous a pas été donné de faire.

II. — Chien de sept mois ectromèle des deux membres antérieurs.

Ce sujet nous a été envoyé vivant par M. Berthéol, vétérinaire à Ambert (Puy-de-Dôme), avec ces renseignements : qu'il naquit d'une chienne atteinte d'une chorée intense des pattes de devant, laquelle mit bas de la même portée deux chiots présentant la même monstruosité.

A l'extérieur, les membres antérieurs étaient radicalement absents ; la peau passait de la paroi costale à la paroi sternale sans présenter le moindre moignon, le moindre vestige de membre; mais au toucher on sentait contre les premières côtes deux scapulum bien formés. L'animal ne présentait pas d'autre vice de conformation; mais son attitude et son mode de locomotion avaient été curieusement influencés par l'absence des membres thoraciques. Un ancien anatomiste, Peyer, ayant à relater un cas semblable à celui-ci, l'avait fait sous cette rubrique : *canis bipes humano more ambulans* (chien bipède marchant à la manière d'un homme); il serait plus exact de dire de notre animal : *chien bipède marchant à la manière d'un kangurou*; il se tenait en effet dressé obliquement sur ses membres postérieurs, écartés l'un de l'autre et appuyant sur le sol à la manière des animaux plantigrades, c'est-à-dire depuis le bout des doigts jusqu'au talon. Et, quand il se déplaçait, c'était par bonds, rarement en marchant. Il lui arrivait souvent de tomber

sur le sternum; par l'effet de ces chutes réitérées, une callosité s'était formée à la partie antérieure de cet os.

Nous avons gardé cet animal plusieurs mois, attendant qu'il soit en âge de se reproduire pour essayer de transmettre héréditairement son anomalie. Malheureusement, il mourut pendant les vacances, alors que nous étions loin de Lyon et, à notre retour, le garçon de laboratoire ne put que nous livrer le squelette, soigneusement monté d'ailleurs. Nous avons donc, par suite de ce fâcheux contre-temps, perdu un sujet précieux de recherches anatomiques et physiologiques, et nous devons aujourd'hui nous borner à une étude ostéologique.



Fig. 3. — Scapulum gauche d'un chien atteint d'ectromélie bithoracique.

La particularité la plus remarquable, c'est que, de tous les os des membres antérieurs, le scapulum est le seul qui se soit développé (fig. 3). Il est un peu plus étroit que normalement; l'angle inférieur est fortement atténué, convexe à l'extrémité et dépourvu de cavité glénoïde et d'apophyse coracoïde; l'épine est peu saillante (quelques millimètres), renversée sur la fosse sus-épineuse et terminée par un acromion avorté. La largeur maximum de l'os est de 63 millimètres, la longueur de 107 millimètres, ce qui fait un indice de 0,59, au lieu de 0,50 à 0,55, indice normal moyen.

Les deux scapulum sont semblables.

Une autre particularité intéressante consiste dans la forte arcure des premières côtes, donnant à la poitrine une forme moins comprimée que d'habitude, comme si l'absence des membres antérieurs favorisait le développement de celle-ci dans le sens transversal. L'entrée du thorax, au lieu d'être en triangle allongé verticalement, comme on l'observe dans le type normal, est aussi large que haute et à peu près carrée.

Signalons enfin un certain renforcement des membres abdominaux, conséquence de leur usage exclusif, et nous aurons énuméré toutes les particularités anatomiques qu'il nous a été donné de constater.

III. — Squelette de chat adulte ectromèle du membre antérieur droit.

Nous n'avons aucun renseignement sur la provenance de cette pièce, que nous nous bornerons à décrire, ainsi que les deux suivantes, telles que nous les avons trouvées au musée de l'École vétérinaire de Lyon.

Le membre absent est représenté par un scapulum plus petit et surtout plus étroit que celui du côté opposé; l'épine, peu saillante, est

comme ployée en arrière et dépourvue de paracromion ; l'angle inférieur, fortement atténué, arrondi à l'extrémité, se courbe légèrement en arrière pour s'unir par synchondrose avec un osselet en forme de crochet, qui est le seul vestige des autres os du membre ; il n'y a ni cavité glénoïde, ni apophyse coracoïde (fig. 4).

Dimensions des deux scapulums :

	Gauche.	Droit.
Longueur............	70 mm.	66 mm.
Largeur	58 —	39 —

Tout le reste du squelette est normal; cependant on observe une



Fig. 4. — Scapulum droit d'un chat atteint d'ectromélie unithoracique droite, avec un vestige d'humérus à la suite.



Fig. 5. — Scapulum droit d'un chat normal.

légère déviation latérale du tronc due sans doute à l'obliquité que l'unique membre antérieur avait dû prendre pour suppléer son congénère absent.

IV. — Squelette d'un chevreau de deux mois ectromèle du membre postérieur droit.

Tous les rayons du membre postérieur droit font défaut. Par contre, le bassin est complet, mais dévié à droite, de telle manière que l'unique membre qui s'en détache est à peu près dans le plan médian du corps (fig. 6). Ce bassin est manifestement rétréci, surtout entre les crêtes iléo-pectinées; en outre, le coxal droit est plus petit que l'autre, complètement dépourvu d'acétabulum et prématurément synostosé ; sa longueur est de 90 millimètres tandis que celle du coxal gauche s'élève à 120 mil-

limètres, et l'inégalité n'aurait fait que s'accentuer avec l'âge, car l'un était soudé et l'autre encore divisible en ses trois pièces constituantes.

L'animal était bas du devant : disproportion qui reportait sur l'avant-main une plus grande partie du poids du corps et préservait l'unique membre postérieur d'une surcharge excessive.

V. — Squelette d'une chèvre de deux ans ectromèle du membre postérieur gauche.

Dans ce cas, l'avortement du membre s'étend jusqu'au bassin inclusivement; en effet le coxal correspondant est rudimentaire, presque mécon-

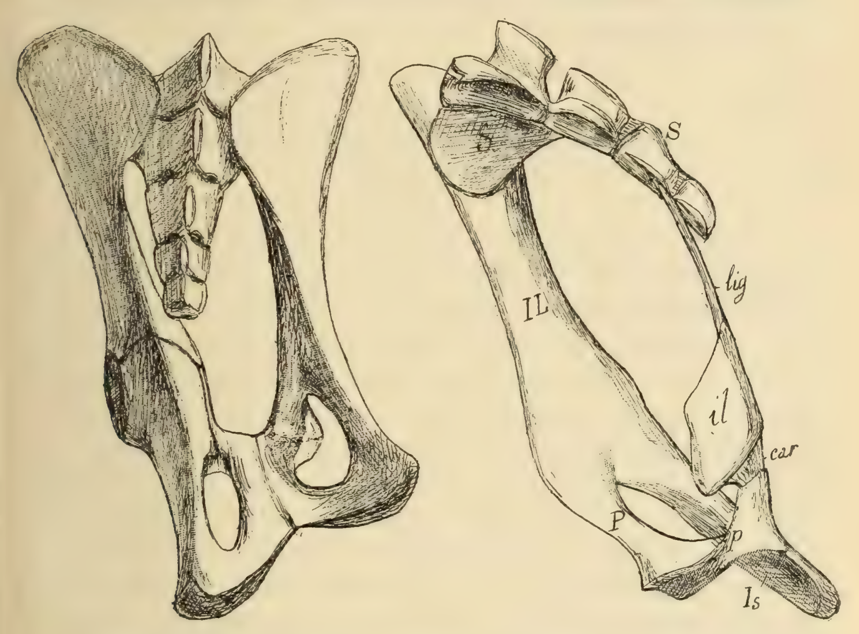


Fig. 6. — Bassin d'un chevreau atteint d'ectromélie unipelvienne droite.

Fig. 7. — Bassin d'une chèvre atteinte d'ectromélie unipelvienne gauche. — *S*, sacrum; *IL*, ilium du coxal droit; *P*, pubis du coxal droit; *Is*, ischium du coxal droit; *l* rudiment d'ilium gauche; *lig*, ligament iléo-sacré; *p*, pubis gauche; *car*, cartilage de conjugaison.

naissable (fig. 7); l'ischium est nul; l'ilium est réduit à une petite plaque osseuse quadrilatère, qu'un ligament funiculaire unit à la lèvre du sacrum; le pubis seul est assez bien développé, soudé d'une part à son congénère, réuni d'autre part à la plaque iliale par un cartilage de conjugaison, ainsi que le montre la figure 7; il n'y a pas trace de cavité cotyloïde. — L'autre coxal, c'est-à-dire le droit, est bien constitué, mais il est dévié vers le côté opposé de telle manière que sa cavité cotyloïde est presque dans le plan médian et que le membre qui s'en

détache se trouve dans les meilleures conditions pour suppléer son congénère absent.

Remarquons en outre que l'animal était fortement surélevé du derrière pour alléger la charge de l'unique membre postérieur, et que les membres de devant étaient sensiblement plus forts que d'habitude.

Telles sont les conditions anatomiques des cinq animaux ectromèles qu'il nous a été donné d'étudier. En tenant compte des faits déjà connus, nous allons maintenant jeter un coup d'œil d'ensemble: 1° sur la fréquence des diverses variétés d'ectromélie[1]; 2° sur leurs conditions anatomiques et physiologiques; 3° sur leur étiologie; 4° sur leur hérédité.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR L'ECTROMÉLIE

Fréquence. — D'après Is. Geoffroy Saint-Hilaire, les cas d'ectromélie bithoracique sont les plus communs de tous. On en connaît en effet un grand nombre d'exemples chez l'homme et chez le chien, et on l'a constatée aussi chez le cheval, l'âne, le bœuf, le bouc... et même chez le lézard vert. Viendraient ensuite, par ordre de fréquence; l'ectromélie unithoracique, qui a été vue assez souvent chez divers mammifères tels que : le chien, le chat, le mouton, le bouc, le cochon, le sanglier, le cheval, l'âne, le mulet, etc., beaucoup plus rarement chez l'homme; puis l'ectromélie quadruple ou amélie, qui paraît être particulièrement fréquente chez l'homme et le chien et dont nous venons de rapporter un bel exemple chez un fœtus bovin; l'ectromélie biabdominale, l'ectromélie uniabdominale, et enfin l'ectromélie triple. Nous ne citons que pour mémoire l'ectromélie double latérale, dont nous ne connaissons aucun exemple authentique.

Au dire du fondateur de la tératologie, l'existence de l'ectromélie uniabdominale était encore à peine constatée à son époque. Nous venons cependant d'en décrire deux exemples dans l'espèce caprine, et nous avons quelque raison de croire, d'après nos recherches bibliographiques, qu'elle n'est pas moins fréquente

1. Nous prenons ici ce terme dans son sens restreint, pour désigner exclusivement l'anomalie des ectromèles, en faisant abstraction des hémimèles et des phocomèles.

que l'ectromélie biabdominale, et qu'il en est de même pour l'ectromélie unithoracique comparée à l'ectromélie bithoracique. Is. Geoffroy Saint-Hilaire s'en est peut-être laissé imposer par cette prétendue loi : que les variétés d'ectromélie portant atteinte à la symétrie bilatérale seraient beaucoup plus rares que celles respectant cette symétrie.....

Conditions anatomiques et physiologiques des ectromèles. — Et d'abord il faut remarquer que l'ectromélie d'un membre, quel qu'il soit, est presque toujours, sinon toujours, incomplète : alors même qu'il n'y a aucun moignon, aucun vestige extérieur, la dissection fait généralement découvrir quelque trace de la ceinture scapulaire ou pelvienne. Il semble que, aux points de vue du développement et des insertions musculaires, les os des ceintures appartiennent au tronc plutôt qu'aux membres; il est fort rare qu'ils avortent complètement; ils se rapetissent plus ou moins, deviennent rudimentaires, mais il en reste quelque chose pour recevoir l'insertion des divers muscles extrinsèques provenant du tronc; souvent même ils se développent d'une manière presque normale et il n'est pas rare de voir à leur suite quelque rudiment d'humérus ou de fémur inclus dans un moignon charnu — sans compter les hémimèles, chez lesquels le ou les membres ne sont avortés qu'à partir de l'avant-bras ou de la jambe.

Quand il y a un moignon, si petit qu'il soit, il est commun de trouver à son extrémité distale un vestige de doigts sous forme d'appendices cutanés, charnus à la base, mobiles à la volonté, pourvus ou non d'une ébauche d'ongles et parfois même soutenus par des rudiments de phalanges. Cette tendance invétérée à la formation des doigts, alors que les rayons proximaux ont avorté, est très remarquable; elle témoigne de la haute valeur de la main ou du pied dans la constitution du membre; la raison d'être de celui-ci n'est-elle pas dans la main ou le pied qui le termine!

Si l'on en croit Montgomery et Simpson, les doigts seraient même susceptibles de se régénérer, chez l'embryon, à l'extrémité du moignon d'un membre spontanément amputé [1].

En l'absence d'autres anomalies plus graves, telles que la célosomie, les ectromèles sont parfaitement viables et souvent même doués d'une vitalité renforcée, comme par application de la loi du

1. Voir *Journal of medical Science*, Dublin, t. I, II et X.

balancement organique. « Ces individus, dit Is. Geoffroy Saint-Hilaire, croissent presque toujours très rapidement et jouissent, à l'état adulte, d'une force de vie et de santé vraiment hypernormale. » — Il convient d'ajouter toutefois que ceux qui sont privés des membres abdominaux ont communément l'appareil générateur arrêté dans son développement et plus ou moins incapable de remplir sa fonction.

Lorsque l'ectromélie est partielle, il se fait à la longue de curieuses adaptations qui permettent aux membres existants de suppléer le ou les absents. Par exemple, dans le cas d'ectromélie bithoracique, on a vu des hommes arriver à se servir de leurs pieds avec une dextérité surprenante pour saisir, porter à la bouche, coudre, enfiler des aiguilles et même peindre avec talent, — des animaux, marcher, sauter, courir en attitude bipède. Dans le cas d'ectromélie biabdominale, les membres thoraciques arrivent à suffire très bien à la locomotion. Le numéro du 22 décembre 1900 du journal *La Nature* donne la photographie d'un chien privé de membres postérieurs, qui marchait parfaitement sur les antérieurs et même courait très rapidement, enlevant son train de derrière, creusant son échine, mangeant et faisant ses besoins dans cette position et ne posant le train de derrière qu'environ tous les quarts d'heure. Cet animal était alors âgé de dix-huit mois, et, dit le journal, s'il ne tenait qu'à sa bonne volonté, il aurait déjà répandu dans le monde une nombreuse progéniture...

Is. Geoffroy Saint-Hilaire parle lui-même d'un chien semblable qui marchait et pouvait monter des escaliers, suppléant à l'action des membres de derrière par des mouvements très adroitement combinés de la tête et de la partie postérieure du tronc.

Dans le cas d'ectromélie unilatérale, le membre seul se porte vers la ligne médiane; le tronc se prête à cette déviation nécessaire par une inclinaison latérale du thorax ou du bassin, ou même par une légère torsion de la colonne vertébrale. D'autre part, on voit en général l'animal modifier son attitude pour surcharger le bipède normalement développé, par exemple s'élever du devant s'il y a ectromélie thoracique, s'élever du derrière s'il y a ectromélie abdominale. Et si tout cela ne suffit pas, le membre seul se renforce pour suffire à l'accroissement de sa fonction.

Rien ne démontre avec plus d'éclat et d'évidence la toute-puis-

sance de la fonction sur l'organe et la faculté de l'organisme de s'adapter à des conditions nouvelles, si imprévues qu'elles soient.

Signalons enfin, pour sa corrélation avec l'absence des membres antérieurs chez les quadrupèdes, l'agrandissement du diamètre transversal de la poitrine vers le sommet de celle-ci, comme si, à l'état normal, il y avait compression par les membres.

Étiologie. — Dire que l'ectromélie est une des nombreuses anomalies dues à un arrêt de développement, c'est une constatation et non une explication, car enfin il faudrait savoir pourquoi cet arrêt de développement. Deux grandes causes peuvent être invoquées, l'une extrinsèque, l'autre intrinsèque. La première consiste en pressions extérieures, constrictions s'exerçant chez l'embryon sur les bourgeons des membres, les empêchant de se développer ou même les étranglant jusqu'à amputation. La seconde a sa source dans l'embryon lui-même, voire même dans l'œuf, et est tout aussi énigmatique que celle présidant à la formation d'un bec de lièvre ou d'un hermaphrodisme.

Comme causes externes, on a surtout fait intervenir les circulaires du cordon ombilical et les compressions par l'amnios. La constriction ou même l'amputation d'un membre par un circulaire du cordon a été plusieurs fois constatée de manière incontestable, surtout dans l'espèce humaine, où le funicule ombilical est susceptible d'une grande longueur. Goubaux l'a signalée une fois chez une chèvre [1]. — S'il y a amputation complète, il reste alors un moignon plus ou moins long qui porte une cicatrice à l'extrémité. C. Dareste, tout en reconnaissant la possibilité de ces amputations spontanées à l'intérieur de la matrice, croit que l'ectromélie est due bien plus souvent à des pressions exercées par l'amnios; il déclare même « qu'il s'en est assuré dans beaucoup de cas ». Suivant le lieu de la compression et son degré, toutes les variétés d'ectromélie seraient possibles. « Il n'y a, dit-il, que la compression qui puisse expliquer le type si curieux de la phocomélie, où l'arrêt de développement ne frappe que les segments moyens du membre. On comprend, en effet, que, en s'exerçant d'une manière inégale sur les différentes parties d'un membre, elle frappe les

1. *Mémoires* de la Société de biologie, 1864. Ectromélie et amputation spontanée des membres chez les animaux domestiques.

unes d'arrêt de développement, tandis qu'elle laisse les autres se développer librement. »

On nous permettra de ne pas partager cette opinion. Les compressions d'une membrane aussi mince, aussi extensible que l'amnios, ne paraissent guère capables d'empêcher la formation ou la croissance des bourgeons somatiques dont proviennent les membres; tout au plus pourraient-elles les dévier. — On convient généralement aujourd'hui que C. Dareste a beaucoup exagéré le rôle de l'amnios comme facteur d'anomalies. Ayant réussi à produire des monstres en quelque sorte à volonté par l'action de diverses causes externes, il devait être naturellement enclin à en exagérer l'importance. En ce qui concerne spécialement l'ectromélie, nous croyons qu'elle se développe le plus souvent d'une manière spontanée, c'est-à-dire sans cause apparente; et nous nous demandons si le point de départ n'en est pas dans le système nerveux, soit dans la moelle au lieu d'origine des nerfs des membres, soit dans le cerveau aux régions psycho-motrices commandant à ces membres. Peut-être existe-t-il dans ces parties-là des neurones qui tiennent sous leur dépendance le développement des membres et qui sont susceptibles de faire défaut. S'il y avait simple empêchement mécanique par pression du dehors, il semble que la moelle épinière correspondante ne devrait pas être influencée dans sa richesse en neurones et qu'elle devrait émettre les mêmes nerfs que normalement; or, nous avons observé que, au contraire, les nerfs des parties absentes sont eux-mêmes radicalement absents et que la substance grise de la région correspondante de la moelle a subi une diminution manifeste dans sa quantité et dans le nombre de ses neurones. Que si l'on objectait que cette diminution est une conséquence et non pas une cause et qu'elle se produit toutes les fois qu'un membre est supprimé accidentellement ou expérimentalement, nous répondrions qu'il n'y a pas parité entre la moelle, parfaitement normale de tissu, d'un ectromèle comme celui de notre observation I, et la moelle atrophiée, par dégénérescence, d'un amputé.

Remarquons d'autre part qu'il y a, chez certaines femelles, une véritable prédisposition à engendrer des monstres, ce que l'on pourrait appeler une *idiosyncrasie tératogénique* : Is. Geoffroy Saint-Hilaire cite une chienne de conformation normale qui, en quatre portées, avait mis au monde un grand nombre d'ectromèles. Nous avons dit nous-mêmes que le sujet de notre observation II était né

d'une chienne qui, de la même portée, avait mis bas deux ectromèles bithoraciques, et que cette chienne était atteinte d'une chorée intense des membres antérieurs. — Comment expliquer ces faits autrement que par une propriété intrinsèque de l'œuf communiquée par les parents!

Remarquons enfin que, dans l'ectromélie pelvienne, le bassin, les organes génitaux, la queue, participent souvent, à des degrés divers, au défaut de développement des membres, ainsi que nous l'avons vu pour la queue chez le sujet de notre observation I; on dirait qu'il y a une certaine solidarité de développement entre les diverses parties qui reçoivent leurs nerfs de la même région de la moelle.

En résumé, l'origine de l'ectromélie est encore très obscure; mais il semble, contrairement à l'assertion de C. Dareste, que, dans le plus grand nombre des cas, elle procède de causes inhérentes à l'embryon, indépendantes du dehors.

Hérédité. — En principe, toute malformation congénitale compatible avec la vie de l'individu et sa faculté génératrice, peut se transmettre par hérédité. D'après Is. Geoffroy Saint-Hilaire, les anomalies les moins graves sont celles qui ont le plus de chances de se transmettre; par exemple l'ectrodactylie en aurait plus que l'ectromélie, la polydactylie plus que la schistomélie, etc.

Quelle que soit l'anomalie, sa transmission héréditaire n'est rien moins que certaine, attendu que, dans le plus grand nombre des cas, il n'y a qu'un géniteur qui en soit affecté et que, le seraient-ils tous les deux, l'atavisme, c'est-à-dire l'hérédité de la race, a grande chance d'annihiler l'hérédité actuelle.

En ce qui concerne spécialement l'ectromélie, nous ne connaissons qu'un seul cas authentique de transmission héréditaire, c'est celui rapporté en ces termes par Is. Geoffroy Saint-Hilaire : « J'ai eu à ma disposition une chienne et son petit, tous deux affectés d'ectromélie bithoracique et entièrement semblables l'un à l'autre. Cette chienne avait eu plusieurs autres petits dont quelques-uns au moins, si ce n'est tous, étaient aussi ectromèles. »

Dans les autres circonstances où une femelle ectromèle a été fécondée, ou bien un mâle ectromèle fructueusement accouplé, on a toujours obtenu des petits bien conformés. Is. Geoffroy Saint-Hilaire cite une chienne ectromèle qui donna naissance à 6 chiots bien conformés, et un bouc à 3 membres qui avait engendré aussi

des produits normaux. Plus récemment, M. le professeur Barrier, directeur de l'École vétérinaire d'Alfort, a obtenu, en plusieurs portées, d'une chienne ectromèle des deux membres antérieurs, plus de 40 chiens ou chiennes, tous parfaitement conformés [1].

Mais il convient de remarquer que, dans ces divers cas, un seul des géniteurs était ectromèle, l'autre était normal. Les chances de transmission de l'anomalie seraient évidemment beaucoup plus grandes si l'on pouvait accoupler deux individus atteints de la même difformité, et plus grandes encore s'ils étaient de la même famille. Ainsi, dans le cas cité plus haut de Is. Geoffroy Saint-Hilaire, si l'on avait tenté de faire couvrir la chienne ectromèle par son fils pareillement ectromèle, on aurait réalisé toutes les chances possibles de transmission.

D'autre part, il est infiniment probable que l'ectromélie par amputation intra-utérine est beaucoup moins héréditaire que l'ectromélie spontanée.

On peut donc conclure que les chances de transmission de l'ectromélie sont minimes mais non pas nulles. L'hérédité n'est d'ailleurs jamais une certitude, ce n'est qu'une possibilité à laquelle il serait bien téméraire d'assigner des limites.

1. *Bulletin de la Société centrale vétérinaire*, Paris, 1883.

NOUVEAU BAIN-DE-PARAFFINE

A CHAUFFAGE ET RÉGULATION ÉLECTRIQUES

Par Cl. REGAUD
Professeur agrégé
Chef des travaux pratiques d'histologie à la Faculté de médecine de Lyon.

Depuis l'article que j'ai publié, il y a plus d'un an, dans ce recueil[1], en collaboration avec M. R. Fouilliand, je me suis occupé de perfectionner notre appareil primitif. A la troisième session de l'*Association des Anatomistes*[2], j'ai montré un second modèle, bien différent de l'ancien, et fonctionnant d'une manière très satisfaisante. Ce second modèle a encore été légèrement modifié. Je me propose actuellement de décrire l'appareil dont je me sers depuis plusieurs mois, et auquel je ne vois plus de modifications à apporter.

La figure 1 permet de prendre une vue d'ensemble de l'appareil. Elle montre le *bain-de-paraffine proprement dit*, renfermé dans une *cage vitrée* dont la porte est presque entièrement relevée. Devant la porte, on a disposé, pour les faire voir, l'une des deux *cuves à paraffine* P, la petite *mesure* M servant à puiser la paraffine et la *corbeille* A, en toile métallique, qui sert à recevoir les pièces pendant leur séjour dans le bain. L'autre cuve à paraffine est en place, plongeant presque entièrement dans le *vase* en

1. Cl. Regaud et R. Fouilliand, Bain-de-paraffine à chauffage électrique, *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, année 1900, p. 574-579, 3 fig.

M. Steen a publié, dans le *British Medical Journal*, en décembre 1901, la description d'un bain-de-paraffine électro-thermique fondé sur les mêmes principes que l'instrument décrit plus d'un an auparavant par M. Fouilliand et moi, mais plus compliqué. La connaissance de la bibliographie de cette petite question aurait évité peut-être à M. Steen la peine de publier la description de son appareil.

2. Cl. Regaud, Nouveau bain-de-paraffine chauffé par l'électricité, *C. R. de l'Association des Anatomistes*, 3e session, Lyon 1901, p. 261.

verre C, à travers une ouverture pratiquée dans le *plateau* métallique qui ferme ce vase. Le *régulateur* R est également en place; sa *tige*, terminée par un renflement, émerge seule au-dessus du plateau. La *vis* V sert à incliner et à redresser la tige du régulateur, pour régler la température du bain. Dans le vase en verre, plein d'*huile de vaseline* (ou de *vaseline*) jusqu'au niveau du plateau,

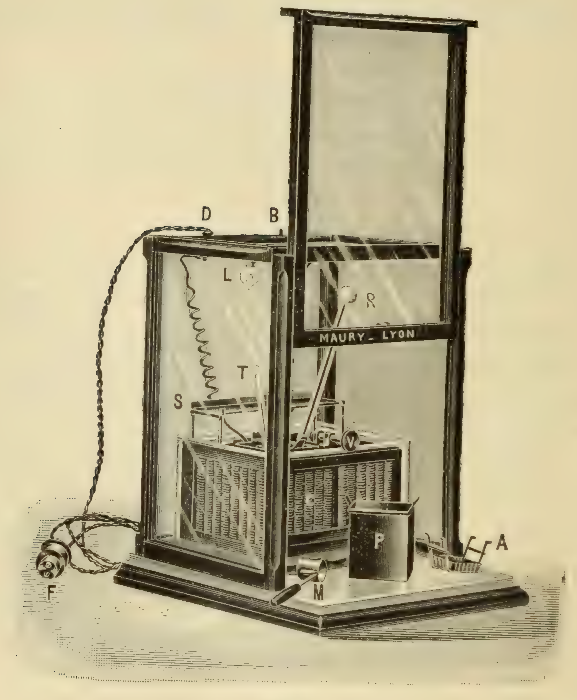


Fig. 1.

on aperçoit les spires de fil métallique du *radiateur*. Le plateau repose sur le cadre en bois du radiateur. Une petite plate-forme, ou *tablette* S, placée en arrière de la tige du régulateur, est supportée par quatre pieds vissés dans le plateau.

Le courant électrique est pris au moyen d'une *fiche* F qu'on adapte à une douille de lampe à incandescence. Un cordon souple amène le courant à l'appareil, en D. Avant d'arriver au bain de paraffine par les fils qu'on aperçoit dans la cage, le courant peut être lancé dans la *lampe rhéoscopique* L (placée en tension avec le radiateur). Le bouton B commande l'allumage de la lampe.

Telles sont les pièces principales de l'appareil, simplement énumérées. Il convient maintenant de décrire en détail celles qu'il importe de connaître pour comprendre son fonctionnement.

Description de l'appareil. — Explication de son fonctionnement.

Les parties essentielles de l'appareil sont contenues dans le *vase* C (fig. 1), en verre moulé. Ses parois ont environ 5 millimètres d'épaisseur. Ses dimensions intérieures sont : 110 millimètres de hauteur, 150 millimètres de largeur et 180 millimètres de longueur environ.

Radiateur. — Le radiateur E (fig. 2) consiste en des *spires de fil de ferro-nickel*, réunies en série et montées sur un *cadre isolant* en bois dur. L'alliage de *ferro-nickel* a été choisi en raison de sa forte résistance électrique, qui permet de restreindre la longueur du fil tout en lui conservant un diamètre suffisant pour donner aux spires une certaine rigidité. La *résistance électrique totale* du radiateur est d'environ 200 ohms, et il laisse passer un courant de 0,60 amp. sous 120 volts.

Le radiateur se loge exactement dans le vase en verre C (fig. 1); mais la hauteur du radiateur est inférieure d'un centimètre environ à celle du vase.

Le fil de ferro-nickel est disposé par boudins parallèles et verticaux sur chacune des quatre faces latérales du cadre, en une seule rangée. Dans le fond, il y a deux rangées de boudins superposées. Il y a à peu près autant de fil dans le fond du vase que sur les quatre faces latérales réunies; par conséquent la moitié de la chaleur totale est produite dans le fond du bain d'huile, et l'autre moitié sur les faces. L'expérience a montré que, de cette manière, on assure l'*homogénéité du chauffage* mieux que si le fil était réparti proportionnellement aux surfaces du vase.

Pour éviter la déformation du cadre de bois sous l'influence de la traction exercée par les fils, on a disposé, sur le milieu de chaque face latérale et dans le fond, des *barreaux métalliques* parallèles aux boudins.

Les deux extrémités libres du fil de chauffe sortent du cadre en *m* et *n* (fig. 2), et sont raccordées par des conducteurs souples : l'une directement à l'une des bornes d'arrivée du courant, en *l*, l'autre à l'un des fils de platine du régulateur, en *i*.

Le vase C est rempli d'*huile de vaseline*, ou de *vaseline pure*, ou d'un mélange des deux substances. Le radiateur doit être complètement immergé dans l'huile; celle-ci, lorsque le régulateur et les cuves à paraffine sont en place, doit affleurer

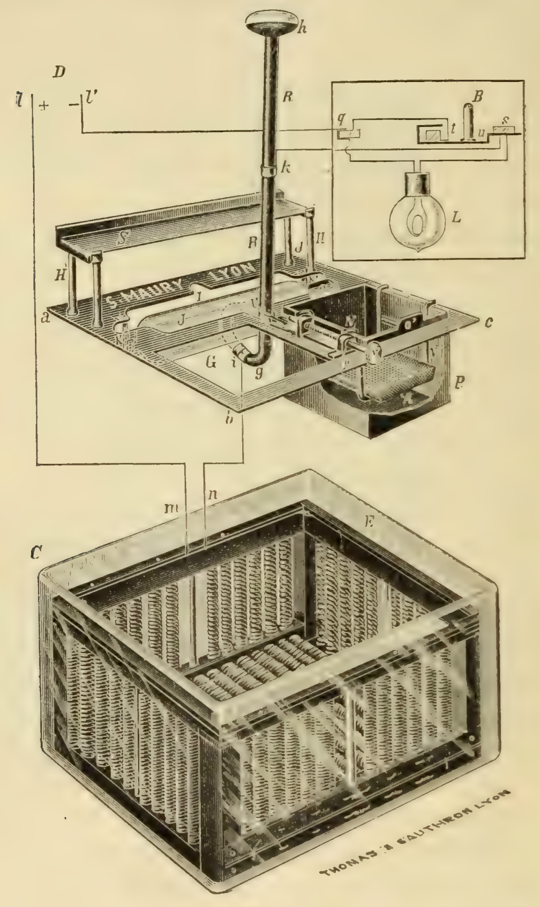


Fig. 2.

le plateau. Le passage du courant dans le radiateur ne détermine pas de décomposition électrolytique de l'huile, même après un usage prolongé. Mais certaines huiles de vaseline mal purifiées dégagent à chaud des vapeurs d'odeur désagréable qui peuvent même attaquer superficiellement les pièces en cuivre de l'appareil. Cet inconvénient, qui tient à la mauvaise qualité

de l'huile, ne se produit pas avec la vaseline pure officinale.

PLATEAU, TABLETTE ET VIS RÉGULATRICE. — Sur le cadre en bois du radiateur repose un *plateau a b c d*, en laiton, qui a exactement la même longueur et la même largeur que le vase C, dans lequel il entre. Trois ouvertures sont ménagées dans ce plateau. Deux d'entre elles, G (fig. 2), symétriquement disposées et de forme carrée, laissent passer les *cuves à paraffine* P. La troisième I permet d'introduire le *régulateur* R, et se prolonge, entre les deux cuves à paraffine, par une *fente* qui laisse un certain jeu à la tige du régulateur.

Deux *crochets* K, K′, fixés à la face inférieure du plateau, servent à suspendre l'ampoule J du régulateur.

Quatre montants H, H, verticaux, fixés sur la face supérieure du plateau, servent à soutenir la petite *tablette* rectangulaire S, mobile, disposée à quelques centimètres au-dessus du plateau, en arrière de la tige du régulateur. On peut mettre sur cette tablette divers objets, et en particulier un flacon contenant une *solution saturée de paraffine dans le xylol*, dans laquelle on fait passer les pièces avant de les porter dans la paraffine pure. Les objets placés sur cette tablette sont à la température de l'air de la cage vitrée, température intermédiaire entre celle de la paraffine et celle du laboratoire. Ce petit dispositif rend inutile une seconde étuve pour faire les inclusions.

Entre les deux cuves à paraffine se trouve la *vis régulatrice* V, et sa monture à laquelle est articulée, par un *collier* U, la tige du régulateur. La pièce *p* étant fixée au plateau, les mouvements de la vis V déplacent une pièce mobile, et, par l'intermédiaire du collier U, inclinent ou redressent à volonté, d'un mouvement lent, la tige du régulateur.

Le plateau de laiton et les cuves à paraffine sont soigneusement isolés des spires du radiateur, de sorte que les courts circuits ne sont pas à craindre.

CUVES A PARAFFINE, SUPPORTS ET CORBEILLE. — Il y a deux cuves à paraffine P, P′, en laiton, pareilles et symétriquement placées. Elles ont une forme cubique, et une contenance d'environ 220 c.c. Chacune d'elles est munie de deux oreilles *o*, *o′* permettant de la saisir entre les doigts. Lorsqu'elles sont en place, leur bord supérieur dépasse le plateau de 5 millimètres environ, grâce à deux bandes en saillie qui les retiennent.

Ces deux cuves doivent contenir de la paraffine de même qualité. L'une des cuves est destinée à contenir la provision de paraffine servant à l'enrobage des pièces; on y laisse en permanence le *thermomètre* T (fig. 1), la *mesure* M, et la *spatule* qui sert à manipuler les pièces. L'autre cuve contient un *support* mobile et reposant sur le bord de la cuve par quatre extrémités coudées N, N. Ce support soutient la *corbeille* A, en toile métallique, où l'on dépose les pièces à inclure. Lorsqu'elle est en place, la corbeille est à deux ou trois centimètres au-dessous de la surface de la parafine.

Régulateur. — Le régulateur est une variété du régulateur à hydrogène et à mercure décrit par M. Fouilliand et moi [1]. Il se compose (fig. 3) d'une ampoule J cylindro-conique, en verre très mince, terminée à ses deux extrémités par des pointes j, j' qui résultent de la fermeture de l'ampoule, au chalumeau, lors du remplissage. Le volume de l'ampoule est d'environ 75 c.c.

Du milieu de l'ampoule part un tube en verre épais, *efgh*, plusieurs fois coudé dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'ampoule, comme le montre la figure 3. Les deux parties *ef* et *gh* sont parallèles; la partie *fg* est oblique et fait avec l'horizontale un angle d'environ 30°, lorsque la partie *gh*, ou *tige*, est verticale. Le diamètre intérieur du tube est de 5 millimètres. La tige *gh*, qui a une longueur d'environ 25 à 30 centimètres, se termine par un renflement de 20 millimètres de diamètre.

Dans le tube sont plantés et solidement soudés deux *fils de platine* d'environ 0 mm. 5 de diamètre. L'un d'eux k, placé vers le milieu de la hauteur de la tige, se termine dans l'intérieur du tube par un bout rectiligne. L'autre i, placé dans la partie oblique du tube à environ 20 millimètres du coude g, est au contraire coudé à angle droit dans l'axe du tube, dans la direction du coude g, et terminé en pointe à son extrémité.

Ces deux fils de platine servent à amener le courant de chauffe à la colonne de mercure qui occupe le tube *efgh*. L'un deux i est relié à l'extrémité n du fil de chauffe, l'autre k à la canalisation en l' en passant par la *lampe rhéoscopique* L (fig. 2). Les connexions des fils de platine avec les conducteurs du courant s'effectuent par l'intermédiaire de *colliers de serrage* (fig. 3).

Au collier du fil k est soudé le conducteur α, destiné à être fixé,

1. Cl. Regaud et R. Fouilliand, Chauffage et régulation des étuves par l'électricité, *Journal de physiologie et de pathologie générale*, t. II, p. 457-470.

par son autre extrémité, à l'une des bornes d'arrivée du courant. Pour plus de commodité, le collier du fil *i* est relié par le conducteur β au collier supplémentaire Z, placé sur la tige. Au collier Z est fixé, au moyen d'un écrou de serrage, en *x*, le conducteur *y* provenant du radiateur.

Le régulateur contient de l'hydrogène et du mercure purs et secs.

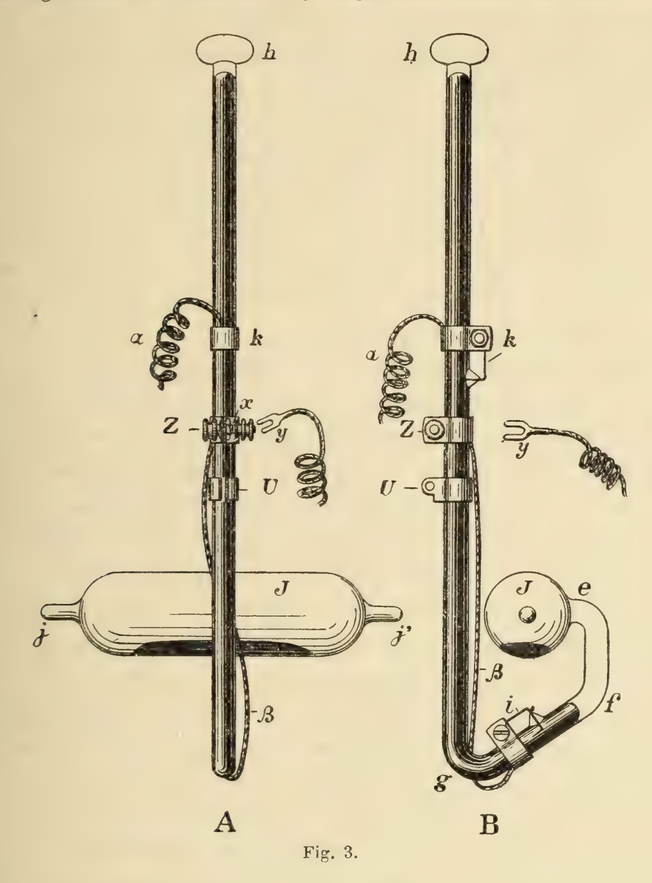


Fig. 3.

Lorsqu'il est dans la position de fonctionnement (fig. 3, 4 et 5), il y a un excès de mercure inutilisé dans le fond de l'ampoule J, — le niveau inférieur de la colonne de mercure est dans la partie *fg* du tube, à une certaine distance de la pointe du fil *i*, — son niveau supérieur est au-dessous du renflement terminal *h*. Il y a le vide barométrique au-dessus du mercure, dans le renflement. L'ampoule J contient de l'hydrogène, et la pression de ce gaz,

déterminée au moment de la construction du régulateur, est mesurée par la différence verticale des niveaux de la colonne de mercure dans le tube; cette pression est d'environ 25 centimètres de mercure.

Les connexions électriques étant établies, on comprend aisément que le courant ne passera dans le radiateur que lorsqu'il y aura contact entre le mercure et le fil coudé *i*. La cessation de ce contact interrompt immédiatement le courant et par conséquent le chauffage. La cessation du contact s'accompagne de la production d'une étincelle; mais *si le mercure et l'hydrogène sont purs et secs*, il ne se produit, même après un fonctionnement prolongé, aucune altération de ces deux corps, et aucune perturbation, même minime, dans la régulation. Il n'en serait pas de même si on remplaçait l'hydrogène par tout autre gaz susceptible de se décomposer ou de se combiner avec le mercure sous l'influence des étincelles. Je n'ai pas expérimenté avec l'azote.

Fonctionnement du régulateur. — Le fonctionnement de ce régulateur est des plus simples. Les variations du niveau du mercure dans la branche *fg* (et par suite l'interruption et le rétablissement du courant) ne dépendent que de deux facteurs seulement : 1° les variations de la température de l'hydrogène; 2° les déplacements de la colonne mercurielle, produits par l'inclinaison et le redressement du tube *gh* sur l'horizontale. Étudions ces deux facteurs.

1° Supposons que, le régulateur étant mis en place dans le bain d'huile, à la température du laboratoire (15° par exemple), et la tige *gh* étant verticale, le niveau inférieur de la colonne de mercure arrive en x' dans la partie *ef* du tube (fig. 4). Le niveau supérieur est en y', au-dessous du renflement *h* dans lequel est le vide barométrique. On fait passer le courant. Le bain d'huile s'échauffe peu à peu, et l'ampoule à hydrogène J s'échauffe aussi comme tous les objets plongés dans le bain. La pression de l'hydrogène et la différence de niveaux de la colonne mercurielle augmentent peu à peu. Il arrive un moment où le niveau inférieur affleure, en x, la pointe du fil de platine *i*, tandis que le niveau supérieur est dans le renflement, en y. Bientôt, le chauffage continuant, le contact cesse brusquement entre le mercure et le fil *i* et le courant est interrompu (par exemple à 70°). Le bain d'huile et l'ampoule J commencent alors à se refroidir; la pression de l'hydrogène diminue, le niveau inférieur du mercure remonte un peu, atteint de nouveau la pointe

du fil *i* et le courant se rétablit. Dorénavant, il se produira des *alternatives d'interruption et de rétablissement du courant*, subordonnées aux variations de température du gaz de l'ampoule, et qui

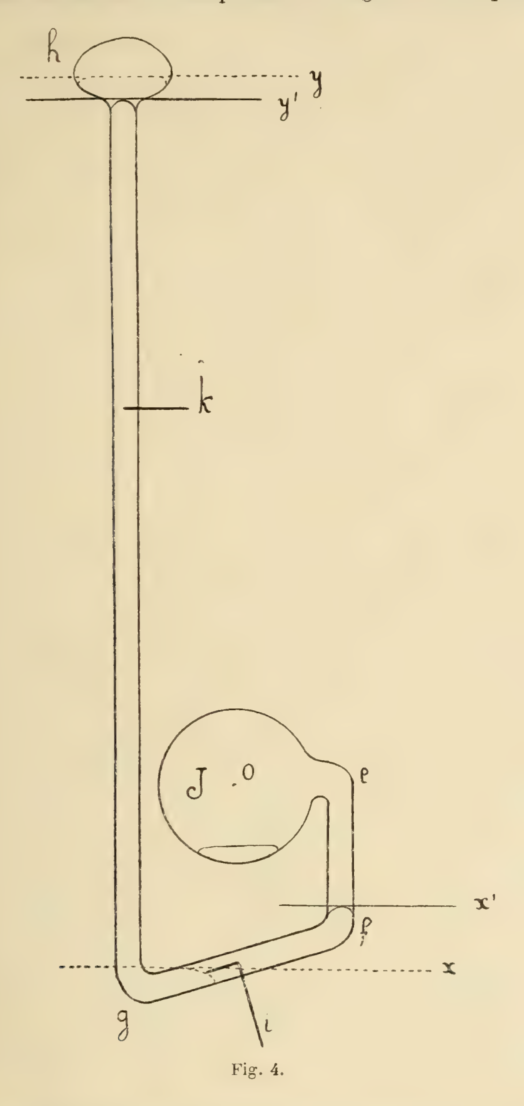


Fig. 4.

auront pour effet de maintenir à un degré constant la température *moyenne* du bain d'huile en un point donné. Tant que le degré d'inclinaison de la tige du régulateur par rapport à la verticale n'aura pas été modifié, cette température moyenne restera invariable et le

bain sera *réglé* à cette température. De part et d'autre de la température moyenne, il se produira des oscillations thermiques entre un *maximum* et un *minimum*. L'amplitude de ces oscillations sera

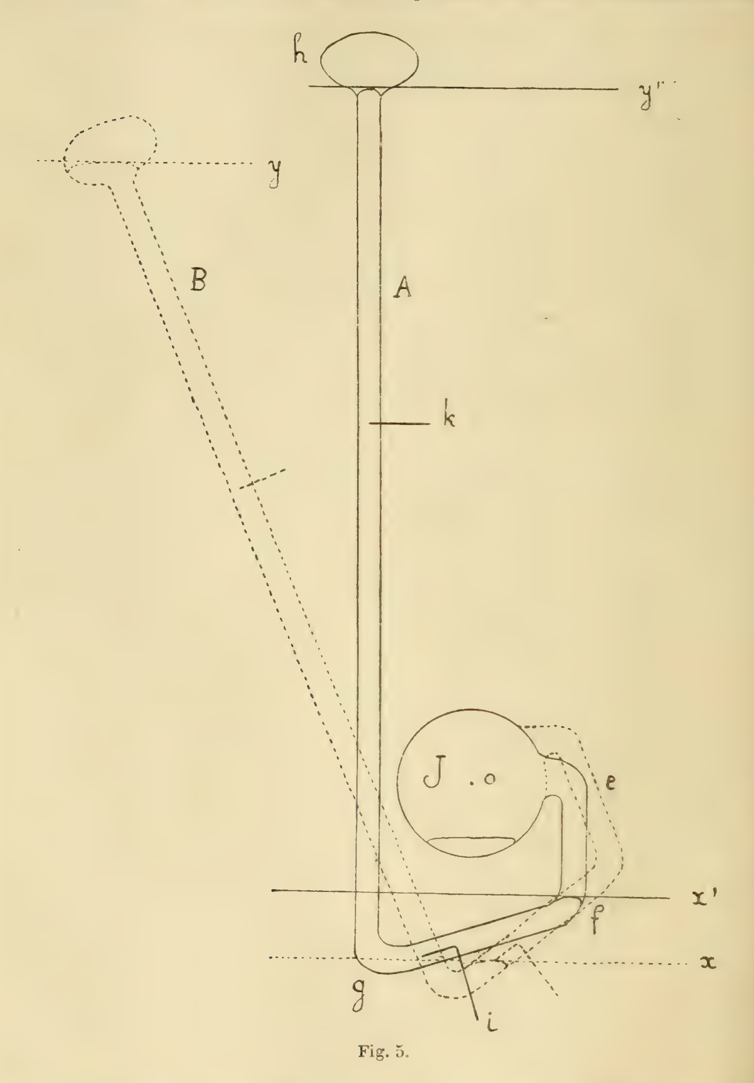


Fig. 5.

d'autant moindre, et la fréquence des interruptions d'autant plus grande que le régulateur sera plus sensible. Si l'on interrompt le chauffage, le niveau inférieur du mercure remontera peu à peu, et sera en x' à 15°; quand on rétablira le chauffage, le courant sera

automatiquement interrompu à 70°; il en sera de même après chaque interruption du chauffage, aussi souvent qu'on le voudra.

2° Voyons maintenant ce qui se passe lorsqu'on incline la tige *gh* du régulateur, au moyen de la vis régulatrice V (fig. 1 et 2), de façon à faire tourner l'ampoule J autour de son axe O (fig. 5), la température restant à 15°. Lorsque la tige *gh* était verticale, le niveau inférieur du mercure était en x'. Ce niveau s'abaisse de plus en plus à mesure que l'inclinaison de la tige *gh* augmente. A un moment donné, la surface du ménisque du mercure affleure la pointe du fil de platine *i*, au niveau x. Si on faisait alors passer le courant, il ne serait pas possible de faire monter la température du bain au-dessus de 15°. Par conséquent *en inclinant la tige* gh *du régulateur, on diminue la température de réglage, et inversement.* Il est clair que la température maxima sera atteinte lorsque la tige *gh* sera dans la position verticale, et que, pratiquement, on obtiendra aisément la régulation à une température aussi basse qu'on voudra.

Qualités et défauts du régulateur. — Lorsque l'hydrogène et le mercure du régulateur sont *purs* et *secs*, les étincelles qui se produisent entre la pointe du fil de platine *i* et le mercure, à chaque cessation de contact sont absolument sans inconvénient. Si, au contraire, le régulateur contient des impuretés, et notamment de l'oxygène, il se produit au moment des étincelles des actions chimiques de combinaison et de décomposition qui influent sur le niveau inférieur du mercure et troublent légèrement la régulation.

Il y a lieu de distinguer deux modes de sensibilité du régulateur : 1° la rapidité avec laquelle l'hydrogène de l'ampoule J se met en équilibre de température avec le bain d'huile; 2° la valeur de la différence de niveaux que subit la surface du mercure, dans le tube *fg* pour une différence de température de 1°.

La rapidité avec laquelle le régulateur se met en équilibre thermique avec le bain d'huile dépend principalement : 1° du rapport entre la surface de l'ampoule et son volume; 2° de l'épaisseur de sa paroi. Il est clair que plus la surface sera grande par rapport au volume du gaz, et plus le verre sera mince, mieux se feront les échanges thermiques entre l'huile et l'hydrogène. L'épaisseur de la paroi a surtout une grande importance ; plus la paroi est épaisse, plus grand est le retard existant entre les indications fournies par les alternatives de passage et d'interruption du courant et celles

fournies par un thermomètre sensible dont on aura placé la cuvette à côté de l'ampoule du régulateur. Bien entendu, l'épaisseur de la paroi de l'ampoule non seulement *retarde* les transmissions de chaleur entre le gaz et l'huile, mais encore *amortit* les oscillations.

La sensibilité proprement dite, différence de niveaux de la surface inférieure du mercure pour une différence de températures de 1°, dépend principalement des conditions suivantes : *pression du gaz* dans l'ampoule, *volume du gaz*, *section du tube*, *section du renflement qui termine la tige*, *inclinaison de la partie* fg *du tube sur l'horizontale*. Ce n'est pas ici le lieu d'exposer les calculs qui permettent de déterminer la sensibilité du régulateur d'après les données numériques. Je me bornerai à quelques renseignements sommaires.

La sensibilité augmente avec la pression du gaz de l'ampoule. Une pression de 25 centimètres suffit dans ce cas particulier. Il y aurait quelque inconvénient à augmenter la pression, en raison de la longueur encombrante de la tige.

La sensibilité augmente avec le volume de l'ampoule, jusqu'à une certaine limite, au delà de laquelle elle reste à peu près stationnaire. Inversement, la sensibilité diminue quand on augmente la section du tube. Mais il n'est pas pratique de faire descendre le calibre intérieur du tube au-dessous de 4 millimètres de diamètre : la mise en état de fonctionnement du régulateur (voir plus loin) deviendrait difficile, et les phénomènes de capillarité nuiraient à la régulation.

Le renflement qui termine la tige du régulateur a pour effet de diminuer beaucoup la contrepression due à l'abaissement du niveau de mercure dans la partie *fg*. Si le tube *gh* était d'un calibre uniforme jusqu'à son extrémité, chaque abaissement de 1 millimètre du niveau du mercure dans la partie *fg* s'accompagnerait d'une élévation de 1 millimètre du niveau du mercure dans la partie *gh*, ce qui ferait en tout une augmentation de pression de 2 millimètres. Au contraire, lorsque le tube *gh* est terminé par un renflement de section considérable par rapport à la sienne propre, un abaissement de 1 millimètre du niveau inférieur ne s'accompagne pas d'une élévation appréciable du niveau dans le renflement.

La sensibilité dépend encore de l'obliquité de la partie *fg* du tube par rapport à l'horizontale. Il est clair que le chemin parcouru par le niveau du mercure, pour une différence de température

donnée, est d'autant plus long (et, par conséquent, la sensibilité d'autant plus grande) que cette partie du tube est plus inclinée sur l'horizontale.

La sensibilité et la précision du régulateur sont enfin subordonnées à des effets de tension superficielle et d'adhérence qui se produisent à la surface de la colonne de mercure dans la partie *fg* du tube. L'intensité de ces effets dépend du diamètre du tube et de la disposition du fil de platine *i*; ils sont réduits à leur minimum par la disposition coudée dans l'axe du tube et la forme pointue qui ont été données à ce fil.

Cage vitrée. — Le bain-de-paraffine est enfermé dans une cage vitrée qui a pour but de le protéger contre les poussières, et surtout, en s'opposant au refroidissement, d'*économiser l'électricité*. Cette cage vitrée permet en outre de surveiller commodément ce qui se passe dans le bain de paraffine. Elle s'ouvre par une porte à coulisses, à mouvement vertical, qu'un ressort, dissimulé dans l'une des coulisses, permet de maintenir à la hauteur qu'on veut. Le plancher de la cage vitrée est constitué par un plateau en bois, recouvert par une glace épaisse. Ce plancher et la glace débordent la porte d'environ 5 centimètres; sur ce rebord on peut placer divers objets et effectuer commodément diverses opérations.

Le vase en verre du bain-de-paraffine ne repose pas directement sur la glace du plancher, mais il en est séparé par une épaisse *plaque de feutre*.

La cage vitrée peut être recouverte par une *enveloppe de feutre*, qui diminue beaucoup la dépense d'électricité.

Lampe rhéoscopique. — Sur le trajet de l'un des fils qui conduisent le courant depuis le point d'arrivée à la cage vitrée, en D (fig. 1 et 2), jusqu'au bain de paraffine, est disposée une lampe à incandescence L, de faible voltage. Un bouton B permet d'intercaler à volonté la lampe dans le circuit du radiateur. Elle s'éclaire alors quand le courant passe, et permet de savoir très commodément, à défaut d'un ampèremètre, si le courant passe, ou ne passe pas, ce qui est indispensable pour régler la température du bain. Cette petite lampe éclaire même suffisamment l'intérieur de la cage vitrée pour permettre de faire, avec sa seule lumière, les diverses opérations de l'inclusion.

Le dispositif qui commande la lampe rhéoscopique est indiqué dans l'angle supérieur droit de la figure 2 : *q*, *t* et *s* sont trois pièces

métalliques; *q* est relié à *t* par un fil, et à *s* par un autre fil qui traverse la lampe; *s* est relié au régulateur en *k*. Un ressort *u*, métallique, relie *t* à *s*, mais peut être écarté de *t* par pression sur le bouton B. Lorsque le ressort *u* touche la pièce *t*, le courant passe de *q* en *s* par deux voies : la voie *qtus*, dont la résistance est insignifiante, et la voie *q*L*s*, dont la résistance est très grande (par rapport à celle de l'autre voie); on sait que, dans ces conditions, le courant se partage entre les deux voies, de telle façon que les intensités des deux courants sont inversement proportionnelles aux résistances qu'ils rencontrent; la lampe L n'est pas incandescente. Au contraire, lorsque la pression exercée par le bouton B détache *u* de *t*, le courant n'a plus qu'une voie, qui est *q*L*s*, et la lampe devient incandescente.

Montage et réglage du bain-de-paraffine.

Les diverses pièces qui composent l'appareil étant démontées, il est très facile de les remettre en place.

Le vase en verre est posé sur une table, en dehors de la cage; on y met le radiateur, puis le plateau *abcd* (fig. 2). Ensuite on s'occupe de mettre le régulateur en état de fonctionnement.

Mise du régulateur en état de fonctionnement. — On comprend aisément que la colonne de mercure, dans le tube *efgh*, lorsque le régulateur est en état de fonctionnement (fig. 3), ne possède qu'un équilibre très instable. Il suffit d'un déplacement un peu brusque, d'une inclinaison un peu exagérée de la tige *gh*, pour amener au coude *g* le niveau inférieur de la colonne de mercure. Des bulles de gaz passent dans la partie *gh* du tube et montent dans le renflement *h* : le régulateur n'est plus en état de fonctionner convenablement. Les secousses d'un voyage déterminent infailliblement le passage de l'hydrogène dans la tige *gh* et du mercure dans l'ampoule. Il est heureusement très facile de remettre le régulateur en état de fonctionnement.

Cette opération comprend deux temps : dans le 1er temps, on fait passer tout le mercure dans la partie *fgh* et on en chasse les bulles de gaz; dans le 2e temps, on redresse le régulateur et on fait repasser dans l'ampoule une certaine quantité de mercure en excès.

1er temps. — Supposons que tout le mercure ait passé dans

l'ampoule. Si, au contraire, il en reste dans le tube, l'opération est évidemment encore plus simple.

On tient le régulateur entre les deux mains, comme le montre la position 1 de la figure 6, l'ampoule en dessous et la tige *gh* horizontale. Une petite quantité de mercure pénètre dans la partie initiale du tube. On fait alors tourner rapidement le régulateur dans le sens

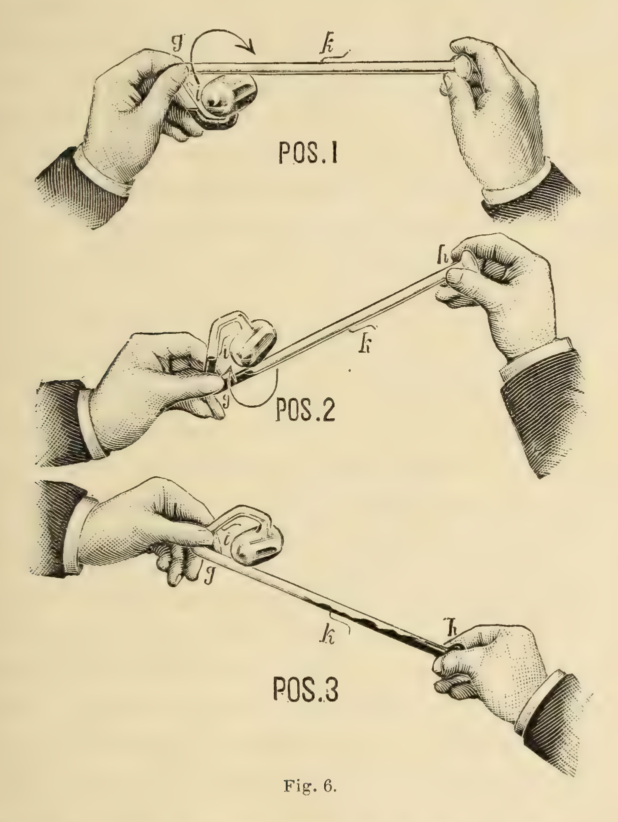


Fig. 6.

de la flèche, tout en inclinant la tige *gh* de droite à gauche de façon à arriver à la position 2 : la petite quantité de mercure introduite arrive alors dans le coude *g*. En inclinant ensuite le régulateur de gauche à droite, position 3, on fait arriver le mercure dans le renflement *h*. Tournant toujours dans le même sens, on passe alors de la position 3 à la position 1 ; une nouvelle quantité de mercure s'engage dans la partie initiale du tube ; on amène ce mercure dans le coude *g*, puis dans le fond *h* du tube, en passant par les positions 2 et 3, et ainsi de suite. On arrive ainsi, en une à trois minutes, à

faire passer dans le tube *fgh* tout le mercure. Le moment le plus délicat est pour passer de la position 1 aux positions 2 et 3 sans faire refluer dans l'ampoule le mercure déjà introduit : la réussite, très facile, est une question d'habitude, et dépend d'une certaine rapidité dans les mouvements combinés de rotation et d'inclinaison. L'habitude s'acquiert aisément[1].

Lorsque tout le mercure est introduit dans le tube *fgh*, on tient celui-ci vertical ou presque vertical, le renflement *h* étant en bas; au moyen de petites secousses imprimées avec le doigt on fait alors remonter dans l'ampoule les bulles de gaz restées emprisonnées entre le mercure et le tube; on néglige les petites bulles, qui se meuvent trop difficilement et n'ont pas d'importance.

2e temps. — Lorsque tout le mercure est dans le tube, et que les bulles de gaz ont été chassées, le régulateur étant toujours renversé, le niveau du mercure arrive dans la branche *fg*, entre la pointe du fil *i* et le coude *g*. On redresse alors doucement le régulateur en le faisant passer de la position renversée à la position représentée par la figure 3. A mesure qu'on exécute ce mouvement, on voit, à partir d'un certain moment, le vide se faire dans le renflement *h* et le niveau du mercure monter dans la partie *efg*. Un peu avant que la position verticale soit atteinte, le mercure atteint le niveau *e* et commence à se déverser dans l'ampoule. On laisse repasser dans l'ampoule une certaine quantité de mercure, de façon que, lorsque le niveau inférieur de la colonne de mercure sera à la pointe du fil *i*, le niveau supérieur soit dans la partie la plus large du renflement *h*; ce résultat sera plus tard obtenu, à chaud, en inclinant légèrement la tige du régulateur. La quantité de mercure à faire passer dans l'ampoule dépendra donc de la température à atteindre et du degré d'inclinaison qu'il sera possible de donner au tube *gh* avec la vis V. Ces limites sont larges et si par hasard on avait fait passer dans l'ampoule une quantité de mercure insuffisante, on en serait quitte pour retirer le régulateur du bain et recommencer. On facilite, au besoin, le passage du mercure dans l'ampoule en imprimant au régulateur, tenu debout, quelques oscillations verticales.

Le régulateur est dès lors en état de fonctionner.

1. Au lieu d'opérer comme je viens de le dire, on peut aussi tenir l'ampoule du régulateur entre les deux mains, et faire tourner l'instrument autour de l'axe de l'ampoule; ce dernier procédé offre moins de sécurité que le premier et expose à la fracture du régulateur.

Le tenant toujours debout, on l'introduit par l'ouverture I au-dessous du plateau, dans le vase de verre; on fait reposer ses pointes *jj'* sur les crochets KK'; la tige *gh* entre naturellement dans la fente située entre les ouvertures G des cuves à paraffine. On tourne la vis V de façon à maintenir à peu près verticale la tige *gh* et on articule le collier U au moyen de la goupille avec l'extrémité de la pièce mobile commandée par la vis.

Le régulateur étant en place, on soulève ou on enlève la porte à coulisses de la cage vitrée, on dépose sur la glace la plaque de feutre et on porte sur cette dernière, avec précaution, le vase de verre avec son contenu.

Cela fait, on établit les connexions électriques. Au moyen des conducteurs souples attachés au radiateur, on réunit *m* (fig. 2) à la borne de gauche placée au plafond de la cage et *n* à la vis de serrage de droite du collier Z (lui-même connecté avec le fil de platine *i*); puis on fixe le conducteur α (fig. 3) à la borne de droite placée au plafond de la cage. On adapte la fiche F à la prise de courant (fig. 1) et on s'assure, en appuyant sur le bouton de la lampe rhéoscopique, que le courant passe.

Cela fait, on verse immédiatement dans le vase en verre, par une des ouvertures du plateau, l'huile de vaseline (ou la vaseline préalablement fondue). Il en faut verser une quantité suffisante pour que, lorsque les deux cuves à paraffine seront en place, le radiateur et l'ampoule du régulateur soient complètement immergés. Les cuves à paraffine sont enfin introduites et remplies avec les morceaux de paraffine solide.

On suit, avec un thermomètre introduit dans l'ouverture I, les progrès du chauffage de l'huile. Lorsque le bain d'huile a dépassé de quelques degrés la température à laquelle on veut régler l'appareil, ou interrompt le courant. Pour cela, un doigt de la main gauche appuyant sur le bouton B de la lampe rhéoscopique, on tourne doucement la vis V avec la main droite et on incline le régulateur jusqu'à ce que la lampe s'éteigne.

On ferme alors la porte de la cage vitrée et on attend que la paraffine soit fondue dans les cuves. On porte alors le thermomètre dans l'une des cuves et on note la température de la paraffine fondue. Il est avantageux de maintenir la paraffine à quatre ou cinq degrés au-dessus de son point de fusion. Si la température de la paraffine n'est pas d'emblée celle qu'on désire, on rectifie la

régulation par quelques tâtonnements, en redressant ou en inclinant le régulateur.

Si, le régulateur étant incliné au maximum, la température reste trop élevée, c'est qu'on n'a pas fait passer dans l'ampoule une quantité suffisante de mercure. Si, au contraire, le régulateur étant vertical, la température reste trop basse, c'est qu'on a fait passer trop de mercure dans l'ampoule. Dans l'un et l'autre cas, on est obligé de retirer le régulateur et de corriger le défaut reconnu. Mais ces tâtonnements ne sont guère à craindre, car l'inclinaison du régulateur permet de le faire fonctionner entre un maximum et un minimum largement espacés.

Finalement, on met en place la *tablette* S, la *corbeille* A sur son support, dans l'une des cuves, la *mesure* et la *spatule* dans l'autre cuve contenant déjà le thermomètre.

Pratique des inclusions au moyen du bain-de-paraffine électrique. — Avantages de l'appareil, sa consommation électrique.

Chacun sait que la consistance d'un échantillon donné de paraffine, et par conséquent son aptitude à fournir de bonnes coupes, varient suivant la température, et par conséquent suivant les saisons. A moins de réserver aux microtomes à paraffine un local spécial dont on maintiendrait toute l'année la température constante (à 16 ou 18°, par exemple), on est obligé de changer de temps en temps de paraffine. Généréralement on s'arrange pour avoir à sa disposition des provisions de paraffines fondant à des températures différentes, et on emploie toujours une paraffine fondant à 30-35° (suivant les sortes commerciales) au-dessus de la température du laboratoire.

On peut modifier peu à peu le point de fusion de la paraffine contenue dans les cuves, en lui ajoutant des fragments de paraffine plus dure ou plus molle. On peut aussi passer brusquement d'une paraffine à une autre en changeant en bloc le contenu des deux cuves. Mais il est bien préférable de posséder plusieurs paires de cuves interchangeables contenant des paraffines de points de fusion différents.

On sait qu'il est très pratique, pour connaître indirectement le point de fusion d'un échantillon de paraffine, de déterminer directement son point de solidification.

Pour l'usage du bain-de-paraffine, il est commode de conserver la paraffine solide en minces fragments concassés. Pour cela, on

fait fondre les épaisses plaques du commerce, on détermine et s'il y a lieu on modifie (par des mélanges) leur point de fusion, et on coule la paraffine fondue en couche mince sur de larges plateaux métalliques. On détache des plateaux les plaques encore un peu molles, on les laisse refroidir entièrement et on les concasse.

Il est d'usage de ne pas porter les pièces directement du dissolvant de la paraffine (xylol, chloroforme, etc.) dans la paraffine fondue, mais de les faire passer par un bain intermédiaire constitué par une solution saturée de paraffine dans le dissolvant, à l'étuve. Le bain de paraffine électrique se prête très bien à cet usage. L'atmosphère de la cage vitrée est en effet à une température intermédiaire entre celle de la paraffine fondue et celle de l'air extérieur. On maintient sur la tablette S (fig. 1 et 2) un flacon bouché à l'émeri, contenant la solution saturée de paraffine.

Les pièces sont finalement déposées dans la corbeille en toile métallique placée dans l'une des cuves à paraffine. Le transport des pièces doit s'effectuer avec une spatule, qu'il est bon de laisser en permanence dans l'autre cuve à paraffine, en compagnie du thermomètre et de la mesure. Dans la corbeille, les pièces sont facilement visibles, et s'imprègnent très régulièrement de paraffine.

La parfaite constance de la température du bain, la possibilité de régler cette température aussi près qu'on veut du point de solidification de la paraffine, la certitude d'éviter la surchauffe, atténuent considérablement les inconvénients de la paraffine pour les tissus et permettent de prolonger la durée d'immersion des pièces dans le bain.

Au moment de faire l'enrobage des pièces, on dispose à côté de l'appareil, sur une plaque de verre, les disques de verre et les cadres métalliques démontables habituellement en usage. Il est bon de les chauffer sur une flamme d'alcool, ou de les badigeonner avec un bec de gaz de Bunsen, pour éviter le refoidissement trop brusque de la paraffine. On transporte la paraffine fondue dans les cadres à inclusion au moyen de la mesure spéciale.

Au fur et à mesure que la provision de paraffine s'épuise, on la remplace en puisant dans la cuve où est placée la corbeille. C'est dans cette dernière cuve qu'on ajoute les fragments de paraffine nouvelle. Sans cela, la paraffine contenue dans cette cuve ne tarderait pas à contenir une proportion gênante de xylol.

La lampe rhéoscopique peut servir pour éclairer la cage vitrée au moment d'une manipulation de courte durée. Il suffit d'une

légère pression pour l'allumer. Comme toutes les lampes de bas voltage, elle a une durée variable et souvent assez courte; mais son prix est modique et on la remplace facilement.

Il faut éviter de mobiliser brusquement et sans précautions l'appareil, surtout lorsqu'il fonctionne. La distance entre la pointe *i* et le coude *g* est en effet petite, et une brusque oscillation de mercure pourrait faire passer une bulle de gaz dans le tube *gh*. Il en résulterait le dérèglement de l'appareil et l'ascension de la température. On serait alors obligé de remettre le régulateur en état de fonctionnement.

Rien n'est plus facile que d'élever ou d'abaisser la température de régulation de l'appareil. Il suffit pour cela de tourner dans un sens ou dans un autre la vis qui commande l'inclinaison du régulateur.

La régulation étant absolument automatique, et la température de réglage étant invariable pour une position déterminée du régulateur, on peut interrompre aussi souvent et aussi longtemps qu'on veut le fonctionnement de l'appareil : chaque fois qu'on le remet en marche, il fonctionne exactement à la même température que précédemment. On peut donc ne le mettre en marche que pendant le temps strictement nécessaire. Suivant la différence des températures de l'air extérieur et du bain de paraffine et suivant le degré d'athermanéité des parois de la cage vitrée (présence ou absence d'une enveloppe de feutre), il faut d'une demi-heure à une heure et demie pour amener à fusion complète la paraffine des deux cuves. Il suffira de mettre l'appareil en marche peu de temps avant de déposer les pièces dans la solution saturée de paraffine (qui se liquéfie bien avant la paraffine).

La température de la paraffine fondue ne varie que de quelques dixièmes de degré au plus entre le moment de l'interruption et celui du rétablissement du courant par le régulateur. Avec un régulateur très sensible, la température de la paraffine est absolument invariable. Même avec un régulateur peu sensible, qui donne par exemple un ou deux degrés d'écart périodique entre les maxima et minima, la *température moyenne* reste fixe. Si, au lieu de prendre la température de la paraffine, on la prenait dans le bain d'huile, on constaterait l'existence d'oscillations notables entre les températures d'interruption et de rétablissement du courant, même au voisinage de l'ampoule du régulateur.

Ces oscillations, lorsqu'elles ne dépassent pas 2°, sont complètement amorties dans la paraffine.

Voici maintenant quelques renseignements sur la consommation électrique du bain-de-paraffine.

La résistance du fil de chauffe (pour un courant de 100 à 125 volts) est fixée à 200 ohms[1]. La formule $I = \frac{V}{R}$ donne pour un courant de 120 volts une intensité de 0 amp., 60. Dans ces conditions, l'appareil dépense : $120 \times 0{,}60 = 72$ watts. *Si le courant passait continuellement*, la dépense, en vingt-quatre heures, serait de 0 H. W, 72 $\times$ 24 = 17 H. W, 28, en chiffres ronds : 17 hectowatts-heures. Mais le courant est loin de passer continuellement; suivant la différence qui existe entre les températures de l'air extérieur et de la paraffine liquide, suivant aussi la plus ou moins grande athermanéité des parois, le régulateur ne laisse passer le courant que pendant $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{8}$ du temps et même moins. *En réalité*, la dépense quotidienne ne sera donc que de $\frac{17}{3}$, $\frac{17}{4}$.., $\frac{17}{8}$, etc., hectowatts-heures. Voici un exemple qui fixera les idées.

19 novembre 1901. — Bain-de-paraffine. Cage vitrée recouverte d'une enveloppe de feutre; — températures du laboratoire 12°, de la paraffine fondue 56°; — volts 120, ampères 0,60. Le courant passe pendant 2′ 25″ et il est interrompu pendant 6′ 45″ (moyennes de 12 observations consécutives). Le courant passe pendant une fraction de temps égale à $\frac{2' 25''}{2' 25'' + 6' 45''}$, soit pendant 6 h. 18′ en 24 heures. La *consommation quotidienne* (dépense 0 H. W, 72) est donc de 0 H. W, 72 $\times$ 6 h. 18′ soit environ 4 $^1/_2$ hectowatts-heures. Il y a lieu de remarquer que dans cet exemple, la température du laboratoire (12°) était particulièrement basse.

L'expression pécuniaire de la dépense d'électricité varie évidemment suivant les localités, à cause des conditions diverses dans lesquelles se trouvent les Compagnies productrices d'électricité. A la Faculté de médecine de Lyon, la Compagnie des Forces motrices du Rhône (Jonage) vend l'électricité, pour l'éclairage, 0 fr. 05 par hectowatt-heure; pour le chauffage[1], comme pour la force motrice, la même compagnie vend l'électricité 0 fr. 028 l'hectowatt-heure, pour une consommation correspondant à 1 cheval-vapeur et au-dessous. Avec le prix de l'éclairage (5 centimes) le

1. On peut construire des radiateurs spéciaux, pour des appareils destinés à fonctionner avec des courants d'un voltage inférieur ou supérieur au voltage usuel.

bain-de-paraffine coûte, dans les conditions de l'exemple précité, environ 0 fr. 22 par vingt-quatre heures; avec le prix de la force motrice, la dépense n'est plus que 0 fr. 12 par vingt-quatre heures.

Les chiffres précédents, qui indiquent une dépense très minime, sont encore notablement au-dessus de la réalité. Généralement, en effet, on n'a pas besoin de faire fonctionner un bain-de-paraffine en permanence : quelques heures suffisent pour mener à bien des opérations d'inclusion. Comme on peut ne faire fonctionner l'appareil que pendant le temps strictement nécessaire, la dépense quotidienne est, somme toute, insignifiante.

Les avantages de ce bain-de-paraffine électrique ressortent de la description et des renseignements précédents. On peut les résumer ainsi :

1° Fixité parfaite de la température du bain de paraffine;

2° Régulation automatique et indéfinie;

3° Facilité de modifier à volonté et dans de larges limites la température de régulation;

4° Possibilité d'interrompre le fonctionnement de l'appareil aussi souvent et aussi longtemps qu'on le désire, sans avoir à recommencer le réglage, et avec un temps perdu minime au moment de la mise en marche;

5° Coexistence, dans le même appareil, de deux températures différentes, fixes, utilisables pour les inclusions;

6° Fonctionnement avec toute forme de courant électrique (courant continu, courants alternatifs) ;

7° Compensation parfaite, par le régulateur, de toutes les variations dans la production (oscillations du voltage) et dans la déperdition de la chaleur;

8° Commodité et propreté parfaites; suppression de tout risque d'extinction et d'incendie; exclusion de toute cause de dérangement spontané;

9° Consommation très minime d'électricité, permettant à l'appareil, malgré le prix encore élevé de la chaleur électrique, de lutter avantageusement contre le gaz d'éclairage [1].

1. Des appareils de chauffage peuvent être alimentés par une canalisation électrique pour l'éclairage; dans ce cas, un *Compteur-horaire* annexé à chaque appareil de chauffage inscrit la consommation propre de l'appareil, pour faire bénéficier le consommateur du prix réduit spécial au chauffage.

1. Ce bain-de-paraffine électrique est construit par M. S. Maury, constructeur-électricien à Lyon, 6, quai Claude-Bernard.

BIBLIOGRAPHIE

Le Fémur (*étude des modifications squelettiques consécut. à l'hémiplégie infantile*), par G. PAUL-BONCOUR (*Bull. de la Soc. d'Anthr. de Paris*, 19 juillet 1900, fasc. V, 60 pages).

M. Paul-Boncour a étudié un certain nombre de squelettes d'individus dont l'affection répondait cliniquement à l'hémiplégie spasmodique infantile : ce mémoire est le premier d'une série qu'il se propose de continuer.

On a coutume de dire que la *longueur du fémur* est moindre du côté malade : cela est vrai si on spécifie qu'il s'agit de la longueur trochantérienne, prise l'os étant en position oblique; il n'en est plus de même si l'on désigne la longueur maximum totale, car l'on y fait rentrer deux facteurs qui faussent les résultats, savoir le degré d'ouverture du col et la saillie du condyle interne. M. Manouvrier a du reste bien insisté sur la nécessité de spécifier la longueur adoptée et la position dans laquelle l'os a été mesurée, l'angle du col et l'obliquité de l'axe influençant considérablement les résultats.

Le *poids* est toujours moindre du côté malade.

La *longueur du col* est également moindre du côté malade : du reste, en règle générale, le col est moins long là où le corps est diminué de longueur. Il faut prendre comme limite externe le point d'intersection de l'axe du col et de l'axe de la diaphyse (Berteaux), et non la face externe du grand trochanter (Charpy), et comme limite interne le sommet de la tête et non (Berteaux) son rebord cartilagineux.

L'*empreinte iliaque* est totalement absente sur les fémurs malades et très nette du côté sain; d'après l'auteur, cette empreinte, rare à l'état normal, doit être distinguée de l'avancée cartilagineuse qui s'insinue à l'état frais plus ou moins sur elle (Poirier); sa formation est due, d'après M. Poirier, au contact du rebord du sourcil cotyloïdien dans la position assise ou accroupie; mais, dans le cas actuel elle doit, d'après M. Paul-Boncour, être mise sur le fait de la démarche hanchée avec point d'appui prolongé sur le côté sain.

La *tête* fémorale présente sur le fémur sain une surface cartilagineuse beaucoup plus étendue que du côté malade; la *cavité cotyloïde* correspondante est également plus profonde et son sourcil plus saillant : faits dus à l'activité fonctionnelle du membre sain.

L'*angle* que fait le col avec la diaphyse est plus ouvert sur le fémur malade; il est de 123 à 143° (type normal à grand angle de Charpy), alors que sur le fémur sain il varie de 115 à 123° (type normal à petit angle de Charpy). En effet, tant que les épiphyses ne sont pas soudées, la pression

du poids du corps tend à diminuer cet angle par augmentation de l'inclinaison du col.

On remarque que la *courbure de la diaphyse*, comparée par juxtaposition des os des deux côtés, est plus accusée du côté sain : il est impossible de fixer des chiffres, car les méthodes employées pour mesurer cette courbure tiennent compte soit de l'épaisseur de la diaphyse, soit de la hauteur de la ligne âpre. L'*obliquité* de cette diaphyse, c'est-à-dire l'angle que fait son axe avec la verticale, est plus considérable sur le fémur malade, la tonicité des adducteurs ne la contre-balançant pas; cette obliquité devient définitive après la soudure des épiphyses.

Le *pilastre* qui supporte la *ligne âpre* est moins marqué du côté malade; les deux lèvres de cette ligne sont plus écartées; ces particularités tiennent à l'absence de développement du quadriceps fémoral (analogie avec le fémur du gorille).

C'est également à l'absence du développement du muscle crural qu'il faut attribuer les différences de platymérie que l'on constate à la *partie supérieure de la diaphyse*, et qui sont à l'avantage du côté sain. L'*extrémité inférieure* est aussi plus développée sur les os sains : le prolongement externe de la ligne âpre y est plus saillant, vu l'activité plus grande des faisceaux inférieurs du crural.

La présence d'un *troisième trochanter*, aussi bien sur les fémurs sains que sur les fémurs malades, semble indiquer qu'il faut chercher l'origine de cette saillie autre part que dans le développement des muscles fessiers. La *fossette hypotrochantérienne* est plus fréquente sur l'os malade que sur le fémur sain et, dans tous les cas, plus accusée.

Les *trous nourriciers* sont plus larges sur les fémurs sains.

Enfin M. Paul-Boncour termine en envisageant la torsion fémorale comme devant être étudiée en même temps que le squelette de la jambe et du pied, car ses variations sont expliquées par les déformations d'origine paralytiques de ces régions, et en faisant remarquer les analogies que l'on observe entre les fémurs malades et les fémurs d'anthropoïdes.

Comme l'a fait remarquer M. Papillault dans la discussion qui a suivi la lecture de cet intéressant mémoire, les détails de la reconstitution de l'état des muscles par les variations osseuses sont toujours un peu hypothétiques; aussi serait-il à souhaiter de voir examiner avec soin l'appareil musculaire dans les autopsies ultérieures.

E. Lefas.

Le propriétaire-gérant : Félix Alcan.

Coulommiers. — Imprimerie Paul BRODARD.

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

VIENNENT DE PARAITRE :

MANUEL D'ÉLECTROTHÉRAPIE ET D'ÉLECTRODIAGNOSTIC

Par le Docteur **E. ALBERT-WEIL**

Chef du service d'électrothérapie à la clinique chirurgicale infantile de l'hôpital Trousseau.

1 vol. in-12 de la *Collection médicale*, avec 80 grav. dans le texte, cart. à l'angl. **4 fr.**

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE. — Les moyens d'action de l'électrothérapie.

L'instrumentation de l'électrothérapie. — Les divers procédés d'application des modalités de l'énergie électrique.

DEUXIÈME PARTIE. — Effets et indications des modalités de l'énergie électrique.

TROISIÈME PARTIE. — Les applications au diagnostic des modalités de l'énergie électrique.

Electrodiagnostic basé sur les réponses anormales des muscles et des nerfs moteurs aux excitations par les diverses modalités. — Electrodiagnostic basé sur les réactions anormales des nerfs de la sensibilité. — Electrodiagnostic basé sur les réponses des nerfs sensoriels. — Electrodiagnostic basé sur les réactions de l'utérus. — Electrodiagnostic basé sur les variations de la résistance électrique du corps humain.

QUATRIÈME PARTIE. — Applications thérapeutiques des modalités de l'énergie électrique.

Maladies de la nutrition. — Maladies du système nerveux. — Maladies du système musculaire et articulaire. — Maladies de l'appareil digestif. — Maladies de l'appareil respiratoire. — Maladies de l'appareil circulatoire. — Maladies de l'appareil lymphatique. — Maladies de l'appareil génito-urinaire de l'homme. — Maladies des organes génitaux de la femme. — Maladies de la peau. — Maladies des organes des sens et de la voix.

LES GRANDS SYMPTOMES NEURASTHÉNIQUES

PATHOGÉNIE ET TRAITEMENT

Sensation de fatigue. Troubles circulatoires. Troubles du sommeil. Troubles digestifs. Etat de la nutrition. Asthénie génitale. Etat mental.

Par le Dr **MAURICE DE FLEURY**

Deuxième édition, revue.

1 vol. in-8, avec 32 graphiques .... **7 fr.**

Étude sur l'hérédité des anomalies des maxillaires et des dents, par le Dr **V. GALIPPE**, membre de l'Académie de médecine. 1 vol. in-8 avec gravures. **2 fr.**

La prostitution cloîtrée *(Les maisons de femmes autorisées par la police devant la médecine publique).*
Étude de biologie sociale, par le **Dr L. FIAUX**, ancien membre du conseil municipal de Paris. 1 vol. in-12 .... **3 fr.**

Paraîtra le 1er Mai

MANUEL D'HISTOLOGIE PATHOLOGIQUE

PAR

V. CORNIL ET **L. RANVIER**

Professeur à la Faculté de médecine, Membre de l'Académie de médecine, Médecin de l'Hôtel-Dieu.

Professeur au Collège de France, Membre de l'Institut, Membre de l'Académie de médecine.

AVEC LA COLLABORATION DE MM.

A. BRAULT ET **M. LETULLE**

Médecin de l'hôpital Lariboisière, Chef des travaux pratiques d'anatomie pathologique à la Faculté de médecine.

Professeur agrégé à la Faculté de médecine, Médecin de l'hôpital Boucicaut.

TOME DEUXIÈME

G. Durante. Les muscles. — **J. Jolly et H. Dominici.** Le sang et l'hématopoïèse. — **A. Gombault et C. Philippe.** Le système nerveux.

1 vol. in-8 avec gravures en noir et en couleurs, dans le texte.......... **25 fr.**

Précédemment paru

TOME PREMIER

L. Ranvier. Généralités sur l'histologie normale. Cellules et tissus normaux. — **V. Cornil.** Généralités sur l'histologie pathologique. Altération des cellules et des tissus. Des inflammations. — **A. Brault.** Des tumeurs. — **F. Bezançon.** Notions élémentaires sur les bactéries. — **Maurice Cazin.** Lésions des os. Lésions du tissu cartilagineux. Anatomie pathologique des articulations. — **V. Cornil.** Des altérations du tissu conjonctif. Lésions des membranes séreuses.

1 vol. in-8 avec 369 gravures, en noir et en couleurs, dans le texte... **25 fr.**

L'ouvrage complet comprendra 4 volumes.

TABLE DES MATIÈRES

Le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* paraît tous les deux mois :

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

Un numéro.......................... 6 fr. »
Un an, pour Paris...................... 30 »
— pour les départements et l'étranger......... 33 »

CHAQUE LIVRAISON CONTIENT :

1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre, accompagnés de planches hors texte en noir et en couleurs, et de gravures dans le texte;
2° Des *analyses et comptes rendus* de travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangères;

IL A EN OUTRE POUR OBJET :

La *tératologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie* et la *médecine légale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie;
Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine, de la chirurgie et de l'obstétrique.*

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la librairie FÉLIX ALCAN, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6e).

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

Pratique de la chirurgie courante, par le Dr **Marius CORNET**. Préface de M. le prof. OLLIER. 1 fort vol. in-12, avec 111 gravures dans le texte. 6 fr.

La syphilis et les maladies vénériennes, par le Dr **FINGER**, de Vienne. *Deuxième édition française*, traduite d'après la quatrième édition allemande, avec une introduction et des notes, par MM. DOYON et SPILLMANN. 1 vol. in-8 avec 6 planches en couleurs, lithographiées, hors texte.... 12 fr.

Anatomie et physiologie végétales (*à l'usage des étudiants en sciences naturelles des universités, des élèves de l'Institut agronomique, des écoles d'agriculture, etc.*), par **Er. BELZUNG**, professeur agrégé des sciences naturelles au lycée Charlemagne. 1 fort vol. in-8, avec 1700 gravures dans le texte.......... 20 fr.

FÉLIX ALCAN, *Editeur*, **108, Boulevard Saint-Germain, PARIS**

DICTIONNAIRE DE MÉDECIN

par les Drs **E. BOUCHUT** et **A. DESPRÉS**

Sixième Edition au courant des derniers Progrès de la Science.

1 magnifique volume de 1630 pages in-4° sur 2 colonnes, avec 1000 gravures dans le texte, **Indispensable aux Fa**

PRIX : BROCHÉ, **25** FR.; — RELIÉ, **30** FR. *Franco contre Mandat.*

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

7514

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

Fondé par CHARLES ROBIN (1864-1885)

Continué par GEORGES POUCHET (1885-1894)

PUBLIÉ PAR **MATHIAS DUVAL**

Membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine

AVEC LE CONCOURS DE MM.

RETTERER
Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

TOURNEUX
Professeur à la Faculté de médecine de Toulouse.

XXXVIIIe ANNÉE, 1902. — N° 3. — MAI-JUIN

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

PARIS, 6^{e}

1902

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

Journal de l'Anatomie et de la Physiologie normales et pathologiques

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

Fondé par Ch. Robin, continué par Georges Pouchet.

Directeur : MATHIAS DUVAL, de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine.

Avec le concours de MM. les professeurs Retterer et Tourneux

38e année, 1902. (*Paraît tous les deux mois.*)

Un an : Paris, **30** fr.; départements et étranger, **33** fr. — La livraison, **6** fr.

AUTRES PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

Revue de Médecine et Revue de Chirurgie

La *Revue de médecine* et la *Revue de chirurgie*, qui constituent la 2e série de la *Revue mensuelle de médecine et de chirurgie*, paraissent tous les mois; chaque livraison de la *Revue de médecine* contient de 5 à 6 feuilles grand in-8; chaque livraison de la *Revue de chirurgie* contient de 8 à 9 feuilles grand in-8.

S'ADRESSER POUR LA RÉDACTION :

Revue de médecine : à M. le Dr **Landouzy**, 4, rue Chauveau Lagarde, à Paris (8e), ou à M. le Dr **Lépine**, 30, place Bellecour, à Lyon.

Revue de chirurgie : à M. le **Dr F. Terrier**, 11, rue de Solférino, Paris (7e).

POUR L'ADMINISTRATION :

A M. **Félix Alcan**, libraire-éditeur, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6e).

PRIX D'ABONNEMENT :

Pour la Revue de Médecine		Pour la Revue de Chirurgie	
Un an, Paris	**20** fr.	Un an, Paris	**30** fr.
— Départements et étranger.	**23** fr.	— Départements et étranger.	**33** fr.
La livraison, **2** fr.		La livraison, **3** fr.	

Les *deux Revues* réunies, un an, Paris, **45** fr.; départements et étranger, **50** fr.

Les quatre années de la *Revue mensuelle de médecine et de chirurgie* (1877, 1878, 1879 et 1880) se vendent chacune séparement 20 fr.; la livraison, 2 fr.

Les vingt et une premières années (1881 à 1901) de la *Revue de médecine* se vendent le même prix. Les dix-huit premières années de la *Revue de chirurgie*, **20 fr.** Les autres années, 30 fr.

Revue de l'École d'Anthropologie de Paris

RECUEIL MENSUEL (**12e année, 1902**)

PUBLIÉ PAR LES PROFESSEURS.

Abonnement : France et étranger, 10 fr. — Le numéro, **1** fr.

Revue de Thérapeutique Médico-Chirurgicale

Rédacteur en chef : Dr RAOUL BLONDEL.

Un an : France **12** fr.; étranger, **13** fr.

VIENNENT DE PARAITRE :

Les Bases scientifiques de l'Éducation physique,

par **G. DEMENŸ**, chargé du cours d'Education physique de la Ville de Paris et professeur de physiologie appliquée à l'Ecole militaire de gymnastique de Joinville-le-Pont. 1 vol. in-8 de la *Bibliothèque scientifique internationale*, avec 193 gravures. Cartonné.. 6 fr.

Dictionnaire de physiologie,

par **Ch. RICHET**, Tome V, fascicule 3 [*Estomac* (suite) à *Facial* (nerf)], 1 vol. in-8, avec gravures.............................. 8 fr. 50

Chaque volume, 25 fr., se compose de 3 fascicules, se vendant chacun séparément.. 8 fr. 50

Recherches sur l'Epilepsie, l'Hystérie et l'Idiotie,

par le Dr **BOURNEVILLE.** 1 volume in-8, avec 19 figures dans le texte et 11 planches hors texte. Tome XXI .... 7 fr.

Les grands Symptômes neurasthéniques,

par le Dr **MAURICE DE FLEURY**. 2e édition, revue. 1 volume in-8......... 7 fr. 50

Traité médico-chirurgical de Gynécologie,

par **F. LABADIE-LAGRAVE**, médecin de la Charité, et **F. LEGUEU**, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, chirurgien des hôpitaux. 1 vol. in-8, avec 323 gravures, cartonné.. 25 fr.

(Voir compte rendu dans la *Revue de médecine* de ce mois.)

JUN 6 1902

DE QUELQUES VARIATIONS
DANS LE
NOMBRE DES VERTÈBRES CHEZ L'HOMME
LEUR INTERPRÉTATION

Par MM.

P. ANCEL et **L. SENCERT**

Chef de laboratoire — Interne des hôpitaux, aide d'anatomie
à la Faculté de médecine de Nancy.

(*Travail du Laboratoire d'anatomie.*)

(PLANCHES VI ET VII.)

Sans avoir la prétention d'examiner les travaux des différents auteurs qui se sont occupés des variations numériques de la colonne vertébrale chez l'homme, il nous est cependant nécessaire de rappeler les principales explications qui ont été fournies au sujet de ces variations.

Dans certains cas, les plus fréquents, le nombre total des segments du rachis reste normal, mais une des régions de la colonne vertébrale possède une vertèbre de plus, tandis qu'une autre en possède une de moins. Le mécanisme invoqué est la transformation d'une vertèbre d'une région en une vertèbre d'une autre; par exemple : transformation de la 12e dorsale en première lombaire.

Mais dans d'autres cas, qui pour n'être pas les plus fréquents n'en sont pas moins assez nombreux, on rencontre une augmentation ou une diminution réelle du nombre des vertèbres. Les auteurs admettent différentes explications, qui peuvent se résumer ainsi : 1° intercalation ou excalation de segments; 2° déplacements du bassin.

La transformation d'une vertèbre d'une région en vertèbre d'une

région voisine est parfaitement démontrée. Normalement il existe dans la colonne vertébrale des vertèbres, dites de transition, possédant des caractères qui les rapprochent plus ou moins des deux régions qu'elles unissent. Il n'est pas très rare de voir la 20e vertèbre posséder des côtes rudimentaires semblables aux fausses côtes et subir des modifications dans le corps et les apophyses transverses, articulaires ou épineuses qui la transforment en dernière dorsale. On voit de même la 19e perdre ses côtes et se transformer en première lombaire. Ces faits sont admis et ne sauraient soulever aucune discussion. Il n'en est pas de même de l'intercalation et de l'excalation. Certains auteurs ne l'admettent pas et expliquent les variations numériques de la colonne vertébrale sans faire intervenir ce dernier facteur. Pour d'autres il existe cependant des variétés qui ne sont explicables que par interpolation ou expolation de vertèbres, ou mieux par irrégularité de segmentation.

Les déplacements du bassin à peu près universellement admis aujourd'hui ont, au point de vue qui nous occupe, une très grande importance. L'iléon est normalement articulé chez l'homme avec la 25e et la 26e vertèbre; la 25e est la vertèbre fulcrale (Welcker), c'est-à-dire celle qui possède les plus larges connexions avec le bassin. Le sacrum est normalement constitué par les 25e, 26e, 27e, 28e et 29e vertèbres, la 30e étant la première coccygienne. Si nous admettons qu'il puisse se produire un mouvement d'ascension du bassin et que l'ilium vienne s'articuler avec la 24e vertèbre, nous voyons que ce mécanisme suffira pour expliquer la réduction du nombre des vertèbres présacrées. De même, en admettant un mouvement de descente du bassin et la suppression des connexions entre l'ilium et la 25e vertèbre nous comprendrons l'augmentation de nombre des vertèbres présacrées. Ces mouvements d'ascension et de descente du bassin sont-ils admissibles? Pour répondre à cette question il nous faut faire appel aux travaux de Rosenberg. Cet auteur a montré que chez l'embryon humain il existe un nombre de vertèbres présacrées plus grand que chez l'adulte et que la vertèbre fulcrale est non pas la 25e : mais la 26e et quelquefois même la 27e. Le sacrum se trouve alors formé par les 26e, 27e, 28e, 29e et 30e vertèbres, la 31e est la première coccygienne. Au cours du développement, l'ilium, qui se trouvait articulé avec les 26e et 27e vertèbres, arrive au contact de la 25e, l'englobe dans le sacrum, en fait la vertèbre fulcrale. Pendant ce temps la 30e vertèbre se détache petit à petit du sacrum, elle devient

la première coccygienne; la 31e passe au deuxième rang dans la constitution de cet os. L'augmentation du nombre des vertèbres présacrées devra donc être regardée comme le résultat d'un retard dans le développement du sacrum; la diminution de ce même nombre sera au contraire dû à un développement plus marqué. Le sacrum n'est pas formé par certaines vertèbres déterminées, mais il faut le regarder comme constitué par des vertèbres lombaires ayant subi différentes transformations. Cette opinion, qui va à l'encontre des idées de Broca, n'est pas universellement admise. Welcker, Holl, Bianchi la rejettent. Nous n'avons pas l'intention de discuter ici les opinions de ces différents auteurs. Des faits très nombreux, entre autres de nombreuses observations d'hemi-sacralisation de la 25e vertèbre avec ascension unilatérale du bassin, nous obligent à nous rattacher complètement à la manière de voir de Rosenberg, que nous venons d'exposer succinctement. C'est donc seulement par un mouvement d'ascension du bassin que Rosenberg explique l'augmentation ou la diminution du nombre des segments de la colonne vertébrale. L'auteur rejette complètement la possibilité d'un mouvement de descente qu'admettent certains auteurs. Il montre la nécessité où l'on se trouve placé, en admettant ce mouvement, de faire jouer aux vertèbres coccygiennes un rôle de soutien, et fait ressortir l'impossibilité d'expliquer dans une même colonne l'indice de ce mouvement et la présence d'autres variations. N'ayant rien à ajouter à la longue critique que Rosenberg fait, à ce sujet, des idées de Paterson, nous ne pouvons que renvoyer à la page 81 du mémoire de Rosenberg : « Ueber eine primitive Form der Wirbelsäule des Menschen. » Nous n'entendrons donc par mouvement du bassin que l'ascension de ce dernier.

I

Intercalation et Excalation.

Les explications que nous venons de rapporter concernant les variations numériques de la colonne vertébrale de l'homme sont-elles suffisantes? Les règles de la production de ces variations données par différents auteurs, et les conclusions qui en ont été tirées au point de vue phylogénétique, sont-elles justifiées? Telles sont les questions dont nous voudrions dire quelques mots et, tout d'abord,

les explications données au sujet des variations numériques des segments de la colonne vertébrale de l'homme sont-elles suffisantes? Quelles que soient les variations anatomiques rencontrées jusqu'à ce jour, toutes sont susceptibles d'être éclairées par une des deux théories suivantes :

1° Troubles dans le mouvement ascensionnel du bassin;

2° Interpolation ou expolation.

La discussion ne porte plus que sur un point. La première théorie n'est-elle pas à elle seule suffisante pour expliquer toutes ces variations et faut-il admettre la seconde? Nous avons, à ce sujet, recueilli deux observations qui nous paraissent présenter un certain intérêt. Mais, avant de les rapporter, voyons rapidement quelle est l'opinion des principaux auteurs.

Historique.

Sous le nom d'intercalation, Ihering désigne un processus qui se traduit par l'apparition d'une vertèbre et d'un segment nerveux supplémentaires entre deux vertèbres bien caractérisées. Ihering propose les deux termes d'interpolation et d'expolation pour exprimer ce processus chez un individu et réserve ceux d'intercalation et d'excalation pour un genre ou une espèce. L'auteur admet les variations numériques des segments de la colonne vertébrale par déplacement du bassin, mais il déclare que toutes les variations ne sont pas explicables de cette façon. Il se fonde pour le démontrer sur la situation du nerf en fourche. Chez la Salamandre qui possède 15 vertèbres présacrées, le nerf en fourche est le 16e nerf spinal. Dans certains cas le nerf en fourche étant toujours le 16e, il y a 17 nerfs présacrés au lieu de 16; le nombre des vertèbres présacrées est alors augmenté d'une unité, la 17e est post-furcale. L'auteur admet un déplacement du bassin vers le bas. Dans d'autres cas possédant encore anormalement 16 vertèbres présacrées, le nerf en fourche est devenu le 17e nerf spinal, il a gardé les mêmes rapports avec le sacrum qu'à l'état normal. Ihering voit là la preuve de l'intercalation d'un segment préfurcal.

L'auteur cite de nombreux exemples d'intercalation en se basant sur ce fait chez la chauve-souris, la souris, etc. Chez certains Mammifères, le cochon par exemple, la colonne présacrée peut être augmentée de plusieurs unités sans que les rapports du plexus lombaire avec le sacrum soient changés.

Plusieurs observateurs, Davidoff entre autres, confirment les travaux de Ihering. Albrecht admet aussi l'intercalation comme mécanisme d'augmentation du nombre des vertèbres présacrées. Baur se rallie à la manière de voir du précédent auteur. « J'ai, dit-il, 97 observations de Lézards et de Plésiosaures et je ne doute pas que dans tous ces cas nous n'ayons des exemples d'intercalation incomplète, et je suis convaincu que cette intercalation résulte d'une division de myotomes. » Pour appuyer sa façon de penser, l'auteur ne s'aide pas de l'état du système nerveux et pense ne devoir chercher une preuve « que dans l'étude très difficile et peut-être impossible de l'embryon vivant ». Il admet cependant que par une étude attentive on peut décider s'il y a ou non intercalation, et cela en se fondant sur les caractères des vertèbres.

Les auteurs précédents ne s'occupent pas de ce qui se passe chez l'homme; mais beaucoup d'observateurs ayant rencontré des variations numériques dans des segments de la colonne vertébrale humaine, les expliquent aussi par intercalation ou excalation. Citons, entre autres, Tenchini et Leboucq, sur les observations desquels nous aurons l'occasion de revenir. Comme Baur, ils se fondent sur les caractères des vertèbres et montrent dans une colonne à 25 présacrées, par exemple, un segment avec des caractères différents de ceux qu'il devrait avoir étant donnée sa place dans la série; ils concluent à l'intercalation parce que tous les autres segments apparaissent comme normaux.

Cette façon de raisonner accorde à chaque segment de la colonne vertébrale une personnalité qu'il ne paraît pas mériter. C'est là une idée déjà bien des fois exprimée de différentes façons. Welcker insiste sur ce fait que les vertèbres sont homologues d'après les régions et non d'après le nombre. Ses conclusions ne cadrent pas avec la théorie de l'intercalation; il admet, pour la partie présacrée de la colonne vertébrale, une ébauche égale dans tous les cas, ébauche qui se diviserait suivant les cas particuliers en un certain nombre de parties comprenant le nombre total des présacrées. Avec Bateson, Dwight admet que « l'individualité ne devrait pas être attribuée à un membre d'une série qui a normalement un nombre défini de membres ». Aussi rejette-t-il la théorie de l'intercalation pour prendre celle de la segmentation irrégulière, différente de la précédente parce qu'il ne s'agit plus ici d'une vertèbre déterminée. Admettant cette théorie pour tous les Vertébrés inférieurs à l'homme,

Dwight pense que, dans certains cas, elle peut aussi s'appliquer à ce dernier.

Un assez grand nombre d'anatomistes, et non des moindres, se sont élevés contre la théorie de l'intercalation. Si Gegenbaur, Huxley, Fürbringer et Albrecht sont d'avis que dans l'étude des variations de la colonne vertébrale, les nerfs ont une grande importance, Owen, Ruge, Eisler, Adolphi et d'autres apportent des faits contre les conclusions de Ihering. Le nerf en fourche et le nerf bigéminé formant la base du système, c'est sur eux que doit porter l'attention. Ruge ne trouve pas ce nerf chez *Hylobates syndactylus*, la branche destinée au nerf sciatique faisant défaut; il manque aussi chez *Nycticebus* et chez l'*Orang*, la racine obturatrice manquant chez ce dernier. Le nerf en fourche est de même absent chez *Bufo* d'après les recherches d'Adolphi. Henle signale un cas dans lequel il n'existait pas chez l'homme par absence de la racine du sciatique. Cette dernière observation est mise en doute par Eisler, qui affirme la constance du nerf en fourche chez l'homme, mais nie celle du nerf bigéminé. Il ressort clairement des travaux de cet auteur que la situation du nerf en fourche peut varier vers le haut ou vers le bas, la colonne vertébrale restant normale. Au lieu d'être, comme de coutume, formé par la 24e paire spinale, Eisler cite des cas dans lesquels le nerf en fourche était à la 23e ou à la 25e, la colonne vertébrale ne présentant aucune variation numérique.

L'inconstance dans la situatiou du nerf en fourche est très importante; il suffit pour la constater d'examiner un certain nombre de plexus lombaires. Il existe de nombreuses observations de changements dans la position de ce nerf dans le récent travail de R. Bardeen et dans notre étude du plexus lombaire chez l'homme (Ancel et Sencert). Nous avons même réuni quelques cas dans lesquels le nerf en fourche tel que l'entend Ihering était absent.

Tous ces faits enlèvent beaucoup de valeur aux conclusions de Ihering. Nous en pouvons ajouter deux qui nous sont personnels. Ils ont trait à l'examen du plexus lombaire dans deux colonnes vertébrales présentant des variations dans le nombre de leurs segments. Il nous est nécessaire d'entrer dans quelques détails.

Observations personnelles.

I. — La 1re de ces deux colonnes vertébrales a pour formule :

$$C_7 + D_{12} + L_6 + S_6 + C_3.$$

Elle a comme longueur totale 70 centimètres; la région cervicale ne présente rien de particulier, sauf une légère bifidité de l'apophyse épineuse de la 6e cervicale. La hauteur totale de cette région est de 13 cm. 5.

La région dorsale, constituée par 12 vertèbres, porte 12 paires de côtes. La seule particularité qui mérite d'être signalée est l'articulation de la première côte des deux côtés avec les 7e et 8e vertèbres. Cette région dorsale mesure 24 centimètres de longueur.

Il y a six vertèbres lombaires. La 20e vertèbre paraît être la vertèbre surnuméraire : elle a tous les caractères des lombaires et présente des apophyses costiformes un peu moins développées que celles de la suivante. Les 5 dernières lombaires ont bien les caractères qu'on est habitué de leur voir dans une colonne lombaire normale. La 6e vertèbre est une dernière lombaire typique, et la 5e une avant-dernière; c'est la 4e qui possède les apophyses costiformes les plus développées; la longueur de cet appendice va en diminuant au fur et à mesure qu'on remonte vers la partie supérieure de la colonne (fig. 7). La longueur totale de la colonne lombaire est de 19 cm. 5.

Le sacrum est constitué par 6 vertèbres; la crête sacrée formée par les 4 premières et les cornes par les 2 dernières. Il est à remarquer que certains détails de constitution diffèrent à droite et à gauche. La facette auriculaire droite appartient aux 3 premières sacrées, tandis qu'à gauche deux vertèbres seulement concourent à sa formation. La corne droite montre une ligne de soudure entre les parties des vertèbres qui la constituent (fig. 2). Cette ligne n'est pas apparente à gauche, la fusion paraît à ce niveau tout à fait complète. L'apophyse transverse gauche de la 6e sacrée obliquement ascendante s'approche très près de l'apophyse transverse de la 5e, sans cependant l'atteindre. Elle lui est unie par un ligament très court et très épais, qui complète en dehors le cinquième trou sacré. A droite, au contraire, cette apophyse transverse est horizontale, elle a tout à fait l'aspect d'une corne latérale de la première coccygienne.

Le coccyx (fig. 2) ne possède que 3 vertèbres. La 1re n'a pas de cornes postérieures et a de très faibles ébauches de cornes latérales, le corps est très réduit : elle a en somme l'aspect d'une 2e coccygienne. La seconde coccygienne, plus réduite encore, est soudée avec la 3e et avec la 1re.

II. — La 2e colonne avait pour formule vertébrale :

$$C_7 + D_{12} + DL1 + L_5 + S_5 + C_4.$$

Elle mesure 0 m. 73.

La colonne cervicale a 12 centimètres, elle ne présente rien de remarquable; il en est de même de la colonne dorsale, qui mesure 25 centimètres.

La 20e vertèbre paraît être encore ici une vertèbre supplémentaire. Son corps est allongé transversalement (diamètre transversal 4 cm. 8, diamètre antéro-postérieur 3 cm. 5). Le canal vertébral est triangulaire équilatéral; les lames ont 1 cm. 8 de haut, et 1 centimètre de large. Le bord inférieur des pédicules est très fortement échancré. Incurvées à droite et plaines à gauche, les apophyses articulaires supérieures regardent en arrière et en dedans; les inférieures, la droite convexe et la gauche plane, regardent en avant et en dehors. Ces caractères en font une vertèbre lombaire. Mais elle porte de chaque côté une petite côte, longue de 2 centimètres seulement, articulée avec le corps et l'apophyse transverse. Ce fait nous oblige à en faire une dorso-lombaire.

Les 5 vertèbres lombaires sont normales, elles mesurent ensemble 20 centimètres.

Le sacrum formé par l'union de 5 vertèbres a une longueur de 10 cm. 5, en suivant sa concavité. La surface auriculaire s'articule à droite avec les 3 premières vertèbres sacrées, à gauche avec les 2 premières seulement. La corne sacrée droite est un peu plus développée que la gauche.

Le coccyx, long de 3 cm. 5, est formé par 4 vertèbres. La première, assez fortement asymétrique, possède une corne latérale gauche beaucoup plus développée que la droite.

Le tableau suivant résume les longueurs respectives des différents segments de ces deux colonnes vertébrales :

	1re observation.	2e observation.
	—	—
Longueur totale de la colonne.........	70cm	73cm
— de la région cervicale.......	13 ,5	12
— — dorsale........	24	25
— — lombaire......	19,5	20
— — sacrée.........	13	10 ,5
— — coccygienne....		3 ,5

Certaines dimensions peuvent être intéressantes à connaître, nous les réunissons dans le tableau suivant :

	HAUTEUR DES CORPS VERTÉBRAUX ET DES DISQUES	
	1re observation.	2e observation.
	—	—
Corps de 17e vertèbre..........	20mm	20mm
— 17e disque............	5	5 ,5
— 18e vertèbre..........	22	17
— 18e disque............	5 ,5	7
— 19e vertèbre..........	22 ,5	20
— 19e disque............	7	7 ,5
— 20e vertèbre..........	23	20
— 20e disque............	6	8
— 21e vertèbre..........	25 ,5	21 ,5
— 21e disque............	7	10
— 22e vertèbre..........	26 ,5	23
— 22e disque............	9	11 ,5
— 23e vertèbre..........	23	23
— 23e disque............	8	11
— 24e vertèbre..........	26	25
— 24e disque............	8	11
— 25e vertèbre..........	27	21
— 25e disque............	9	16
— 26e vertèbre..........	31	33

Ces chiffres pourraient être utilisés dans une étude sur l'accommodation, mais notre point de vue est actuellement fort différent : ce qu'il nous importe de connaître c'est la disposition des nerfs dans ces deux observations, et particulièrement le plexus lombaire et la situation du nerf en fourche.

Dans la première observation, la disposition des nerfs constituant le plexus lombaire étant différente des deux côtés, nous décrirons séparément les plexus droit et gauche.

A gauche, quatre racines nerveuses concourent comme d'ordinaire à la formation du plexus. Les abdomino-génitaux naissent de

la 21e paire; le fémoro-cutané et le génito-crural de la 22e. Le crural reçoit ses racines des 22e, 23e et 24e paires spinales, tandis que l'obturateur n'est formé qu'aux dépens des 23e et 24e. Il existe en outre un obturateur accessoire issu de la 24e paire. Le nerf en fourche se trouve comme normalement à la 24e.

Du côté droit, le plexus est étalé et formé par cinq branches. Comme du côté opposé, la première donne naissance aux abdomino-génitaux et la seconde au fémoro-cutané et au génito-crural, mais, contrairement à ce qui se passe à gauche, le crural est formé par quatre racines (22e, 23e, 24e et 25e paires spinales) et l'obturateur par trois (23, 24e et 25e). Le nerf en fourche est constitué par la 25e paire et se trouve donc ici situé plus bas que normalement.

Dans la seconde observation, les abdomino-génitaux, le fémoro-cutané et le génito-crural naissent à gauche (fig. 3) comme normalement des 1re et 2e paires lombaires; le crural a quatre racines issues des 2e, 3e, 4e et 5e paires lombaires; l'obturateur n'en a que deux appartenant aux 3e et 4e; le nerf en fourche est à la 4e lombaire. Du côté opposé (fig. 4), la constitution du plexus est différente, les abdomino-génitaux naissent toujours de la 21e paire et le fémoro-cutané de la 22e. Mais ici le génito-crural prend naissance à la 23e et les quatre racines du crural viennent des 23e, 24e, 25e et 26e paires; l'obturateur reçoit des branches des 24e et 25e; le nerf en fourche est à la 25e.

Dans cette observation, le plexus gauche est un plexus étalé à cinq branches; le droit est étalé à six branches.

Discussion. — Comme il est facile de le voir, la description de ces plexus vient à l'appui de l'opinion des auteurs opposés aux conclusions de Ihering; elle tend à montrer que la situation du nerf en fourche peut ne pas être une preuve irréfutable d'interpolation ou d'expolation. Les plexus droits nous montrent tous deux le nerf en fourche à la 25e paire et nous serions tentés, après un tel examen, de conclure à l'intercalation, dans la colonne présacrée, d'un segment vertébral. Mais l'examen des plexus gauches qui nous montrent les nerfs en fourche à la 24e paire nous oblige à rejeter cette idée.

On voit, en somme, qu'il ne paraît pas possible, chez l'homme tout au moins, et lui seul nous intéresse ici, de se fonder sur l'état du système nerveux, en prenant pour base le nerf en fourche, pour conclure à une intercalation ou à une excalation. Cette incons-

tance dans la situation du nerf en fourche, montrée par les travaux d'Eisler et de Ruge, entraîne Rosenberg à ne pas admettre l'intercalation. Paterson et Regalia partagent cette idée. Pour ces trois auteurs, toutes les variations numériques des segments de la colonne vertébrale sont explicables par des mouvements du bassin, qu'ils entendent d'ailleurs différemment.

Que conclure de tous ces faits? Faut-il admettre que le mouvement du bassin est la seule cause des variations numériques qui nous occupent?

Comme nous venons de le voir, le principal moyen de contrôle permettant de conclure à une intercalation ou à une excalation, c'est-à-dire l'examen du système nerveux, ne paraît pas avoir une valeur absolue. Quant à la preuve tirée du caractère des vertèbres, elle ne nous semble pas atteindre le but auquel elle tend. Comment, en effet, affirmer dans une colonne à 6 lombaires, par exemple, les autres parties de la colonne étant normales, qu'il y a eu intercalation de la 20e vertèbre parce que toutes les vertèbres ont leur aspect habituel, sauf cette 20e qui possède certains caractères de dorsales et d'autres, de lombaires; un arrêt dans l'ascension du bassin ne peut-il fournir un semblable résultat? La colonne présacrée augmentée d'une unité par cet arrêt prématuré ne sera t-elle pas soumise aux lois de l'accommodation et les vertèbres ne subiront-elles pas des changements qui nous expliqueront très clairement la constitution de cette 20e? N'avons-nous pas des preuves de ces transformations dans des cas multiples? Les vertèbres, dites de transition, les première et dernière des différents segments doivent être, d'après les lois de l'accommodation, beaucoup plus fréquemment modifiées que les autres; aussi voyons-nous les auteurs trouver la vertèbre intercalée à l'union des régions cervicale et dorsale ou dorsale et lombaire; c'est aussi à ce niveau qu'ils supposent habituellement s'être produite l'excalation d'une vertèbre dans les colonnes présacrées à 23 segments. Tous ces cas nous paraissent pouvoir être expliqués par des arrêts ou des exagérations dans l'ascension du bassin démontrée par des études embryologiques et de nombreuses observations anatomiques. Mais est-ce à dire que jamais dans les premiers stades du développement ne se produira une cause de perturbation fournissant un plus ou moins grand nombre de segments qu'il n'est habituel d'en rencontrer chez l'embryon? Rien ne nous autorise de le penser et de

nombreuses observations concernant les Vertébrés (et même les Invertébrés) nous poussent au contraire à l'admettre chez l'homme. Mais nous n'avons jamais trouvé une preuve convaincante de ce fait. Tout ce que nous connaissons des variations de la colonne vertébrale nous porte à croire que les plus fréquentes, dites : avec compensation, sont dues uniquement à des phénomènes d'accommodation et que, pour les autres, appelées aussi sans compensation, la très grande majorité est explicable par des troubles dans le mouvement du bassin; nous pourrions peut-être admettre dans quelques cas, particulièrement ceux qui possèdent un segment en plus ou en moins dans la région cervicale, une modification dans la segmentation primitive.

II

Conclusions a tirer au point de vue phylogénétique des variations numériques des segments de la colonne vertébrale.

Ces conclusions nous amènent à être presque complètement d'accord avec Rosenberg au sujet des causes qui président aux variations numériques des segments de la colonne vertébrale. Nous ne suivrons pas plus loin cet auteur ne pouvant admettre ses conclusions.

Les modifications qui se produisent dans la colonne vertébrale, dit-il, sont l'expression de deux processus marchant en sens inverse. Dans la partie inférieure de la colonne, le processus de transformation est à direction proximale, transformant les vertèbres dorsales en lombaires, les lombaires en sacrées et les sacrées en coccygiennes; dans la région supérieure, au contraire, le processus de transformation est à direction distale et change les vertèbres dorsales en cervicales. Quelques vertèbres de la région dorsale (de la 10e à la 18e) constituent une zone neutre sur laquelle ne tente d'agir aucun processus. En somme, deux tendances opposées agissent pour transformer la colonne vertébrale; normalement ces deux tendances arrivent à constituer le type

$$7C + 12D + 5L + 5S + 4C$$

que nous rencontrons habituellement, mais dans certains cas, leur action diminue ou s'exagère, nous fournissant ainsi des colonnes

anormales. Rosenberg montre que le retard dans le processus de transformation distale amène dans la colonne cervicale l'apparition d'une paire de côtes annexée à la 7e vertèbre, fait qui, d'après ses travaux embryologiques et ceux de Leboucq, doit être regardé comme une régression; de même le retard dans le processus de transformation proximal se traduit par une augmentation numérique des vertèbres présacrées, ce qui doit encore être regardé comme une régression d'après les travaux de l'auteur sur le développement du sacrum. L'exagération de la première tendance aura pour conséquence la transformation plus ou moins complète de la 1re dorsale en cervicale et par conséquent l'état rudimentaire de la 1re côte.

L'exagération de la seconde réduira le nombre des présacrées. Cette exagération est pour l'auteur une progression, c'est un pas vers le futur, tandis que le retard manifesté dans les deux processus reproduit un état ancestral; c'est un pas vers le passé. Cette théorie appuyée sur de nombreux faits paraît à première vue assez séduisante, mais si l'on étudie de près la façon de se comporter des deux tendances opposées qui transformeraient la colonne vertébrale, on s'aperçoit rapidement qu'elle ne peut convenir dans tous les cas et que certaines observations nous obligent à la rejeter, tout au moins en ce qui concerne la progression et les manifestations de l'établissement d'un type futur.

Rosenberg avait supposé que ces deux tendances agissent en même temps sur la colonne vertébrale et qu'il y avait entre elles un certain rapport. Il se fondait pour cela sur une observation très curieuse qu'il décrit longuement dans le *Morphologisches Jahrbuch*. La colonne vertébrale étudiée par l'auteur possédait 26 présacrées et 15 paires de côtes, dont une cervicale; un retard s'était manifesté dans les deux processus de transformation, la colonne était primitive mais, comme le fait remarquer Dwight, il n'en est pas toujours ainsi et bien des colonnes vertébrales offrent dans la partie inférieure, par exemple, des preuves d'exagération ou de retard de l'un des processus, tandis que rien de semblable ne se montre dans la partie supérieure. Bien plus, il existe des observations dans lesquelles un des processus est en retard dans le haut de la colonne et l'autre en avance dans le bas ou inversement. Ces faits, assez nombreux, nous obligent à rejeter les conclusions de Rosenberg. Comment, en effet, admettre que dans un même organe se présen-

tent des traces de régression et de progression, et qu'une colonne vertébrale primitive par sa région supérieure indique un pas vers le futur dans sa partie inférieure?

En réalité, toutes les combinaisons possibles ont été rencontrées. En laissant de côté les cas intermédiaires, c'est-à-dire ceux dans lesquels l'exagération ou le retard se sont manifestés dans un seul des deux processus, quatre faits peuvent se présenter : 1° retard des deux processus dans les parties supérieure et inférieure de la colonne vertébrale; 2° exagération des deux processus dans les mêmes régions; 3° exagération dans le haut et retard dans le bas; 4° retard dans le haut et exagération dans le bas. Les observations rentrant dans ces quatre catégories ne sont pas très nombreuses; nous voudrions les rappeler ici pour montrer que si certaines d'entre elles (appartenant aux deux premières catégories) confirment les conclusions de Rosenberg, il en est d'autres, en plus grand nombre (appartenant aux deux dernières), qui les infirment. Nous prolongerons surtout ce coup d'œil en arrière pour la quatrième catégorie, parce qu'elle nous offre un certain nombre de cas très intéressants à réunir. Leur groupement nous paraît jeter un certain jour sur les variations dans le nombre des segments du squelette axial, surtout si nous y ajoutons la description d'une colonne vertébrale trouvée récemment par nous, à la salle de dissection de la Faculté de médecine de Nancy.

Examinons les quatre classes dans lesquelles nous renfermons les observations qui nous intéressent.

1. *Retard des deux processus de transformation dans les parties supérieure et inférieure de la colonne vertébrale.* — Nous rappellerons en premier lieu l'observation de Rosenberg sur une forme primitive de la colonne vertébrale, 26 présacrées et 15 paires de côtes, dont une cervicale.

Gruber et Pilling rapportent tous deux une observation de Leveling que nous n'avons pu nous procurer et dans laquelle le nombre des présacrées s'élevait à 25. La vertèbre regardée comme surnuméraire était une huitième cervicale munie de côtes assez développées.

Leboucq a observé chez un enfant rachitique (3e cas) deux côtes cervicales dans une colonne possédant 7 cervicales et 18 thoraco-lombaires, c'est-à-dire 25 présacrées.

Ces observations montrent bien un état primitif de la colonne vertébrale, les traces de régression se manifestent dans la partie

supérieure par apparition de côtes cervicales et en bas par augmentation du nombre des présacrées.

II. *Exagération des deux processus de transformation dans les parties supérieure et inférieure de la colonne.* — Nous ne connaissons qu'une observation appartenant à cette classe, elle a été faite par Leboucq chez un homme.

La formule vertébrale est incomplète :

7C + 12D + 4L

Les premières côtes thoraciques de chaque côté sont réduites dans leur volume général, dit l'auteur; elles sont grêles et courtes.

III. *Exagération du processus de transformation agissant dans le sens distal et retard dans le processus de transformation agissant dans le sens proximal.* — En 1875 Bellamy relata une observation montrant, suivant les idées de Rosenberg, une progression dans le haut de la colonne vertébrale et une régression dans le bas. La formule incomplètement donnée était :

7C + 12D + 6L.

La première côte, rudimentaire des deux côtés, ressemblait à une petite corne attachée à la première dorsale. Le premier nerf dorsal avec l'artère intercostale supérieure se trouvaient sur sa face antérieure. L'artère sous-clavière avait une situation normale. Les scalènes s'inséraient à la deuxième côte.

La seconde observation de Leboucq sur la rudimentation de la première côte trouve sa place ici. La femme qui fut le sujet de cette observation possédait une colonne à 25 présacrées aussi décomposée :

7C + 13D + 5L.

S'opposant à cette exagération du nombre des présacrées, la première paire de côtes apparaît réduite. « La première côte droite a encore 9 centimètres de long en suivant la courbure, la gauche seulement 7. Cette dernière est aussi beaucoup plus grêle. Le mode d'articulation des deux premières côtes avec le sternum doit les faire considérer comme côtes thoraciques. »

Nous extrayons enfin du travail de Dwight une observation (A-4) qui rentre dans notre troisième catégorie. Une colonne vertébrale à formule :

C7 + T13 + L4 + S5 + C3 ou 4

était munie de 13 paires de côtes. La première côte gauche était plus étroite et plus courte que la droite unie à son cartilage par un ligament. L'apophyse épineuse de la 6e cervicale était bifide, fait rare dans la race blanche.

IV. *Exagération du processus de transformation agissant dans le sens proximal et retard dans le processus de transformation agissant dans le sens distal.* — Allant contre les conclusions de Rosenberg, nous ajouterons aux observations de la troisième catégorie celles qui nous montrent des colonnes vertébrales possédant un nombre réduit de vertèbres présacrées, en même temps qu'une paire de côtes annexée à la septième vertèbre. Ces observations, qui constituent notre quatrième catégorie, paraissent un peu plus fréquentes que les précédentes. Nous avons pu en trouver 6 dans la littérature anatomique [1].

Les auteurs qui les rapportent, ou bien n'en donnent aucune interprétation, ou bien admettent une expolation ou une segmentation irrégulière. Toutes nous semblent susceptibles d'être expliquées par le déplacement du bassin. Cette conviction s'est établie dans notre esprit après l'examen d'une colonne vertébrale trouvée récemment par nous à la salle de dissection. Cette colonne nous montre en voie de réalisation les modifications complètement terminées dans les cas en question, et semble être un terme de passage entre plusieurs des observations précédentes.

Nous nous trouvons ainsi en possession d'un cas unique, présentant un certain intérêt par la situation qu'il occupe dans la longue série des variations numériques des segments de la colonne vertébrale. Nous décrirons immédiatement cette colonne vertébrale et ne rapporterons qu'ensuite les différentes observations qui constituent notre quatrième catégorie.

Observation personnelle.

Colonne vertébrale. — La constitution générale de la colonne vertébrale faisant le sujet de notre observation est la suivante :

$$C_7 + D_{12} + L_4 + S_6 + C_4$$

La vertèbre fulcrale est la 24e vertèbre. Aux 12 vertèbres thora-

1. Nous en avons vainement cherché dans les résultats de l'examen de 350 squelettes publiés par Topinard.

ciques correspondent 12 paires de côtes; en outre la 7ᵉ cervicale porte une paire de côtes surnuméraire.

Nous étudierons successivement les différentes régions de cette colonne, en commençant par celle qui nous paraît présenter le plus grand intérêt, la région sacro-caudale.

Le sacrum (fig. 5) est constitué par les 24-25-26-27-28 et 29ᵉ vertèbres. La face antérieure de cet os présente une courbure anormale. Fortement concave en avant à partir de l'union de la 1ʳᵉ et de la 2ᵉ vertèbre sacrée jusqu'à l'extrémité inférieure de l'os, elle présente en outre une courbure supplémentaire à concavité postérieure, qui répond à la 1ʳᵉ vertèbre sacrée. Ces deux courbures donnent à la direction générale de la face antérieure du sacrum la forme d'un S. Cette forme anormale de l'os entraîne la présence de deux promontoires : l'un supérieur formé par l'union du disque situé au-dessous de la quatrième vertèbre lombaire avec la 1ʳᵉ sacrée; le deuxième inférieur, moins saillant que le précédent, est placé à l'union des deux premières vertèbres sacrées. Il répond au sommet de la courbe à concavité postérieure. Toutes les vertèbres sacrées sont intimement fusionnées; il n'existe aucune trace des disques intervertébraux.

La longueur de cette face, mesurée sur la ligne médiane, est de 13 cm. 7; sa largeur maximum, de 12 centimètres.

La crête sacrée postérieure est constituée par les apophyses épineuses des quatre premières vertèbres sacrées. Les cornes du sacrum sont constituées chacune par les 5ᵉ et 6ᵉ sacrées (fig. 5). Elles présentent deux gros tubercules supérieurs qui font partie de la 5ᵉ sacrée, et deux tubercules inférieurs, plus petits, appartenant à la 6ᵉ. La longueur de ces cornes est de 2 cm. Les 2 tubercules de la corne droite sont respectivement plus développés que ceux de la corne gauche; l'échancrure qui les sépare est également plus marquée. La crête sacrée postérieure est légèrement déviée du côté droit. La longueur totale de la face postérieure, mesurée sur la ligne médiane, est de 12 cm. Le pont osseux qui ferme à la partie inférieure le dernier trou sacré a, à droite, une longueur de 12 mm., à gauche une longueur de 15 mm. Ce pont est horizontal à gauche et légèrement oblique ascendant, mais moins que normalement, du côté droit. Les autres détails de la face postérieure du sacrum ne présentent rien de particulier.

La facette auriculaire est formée par les premières sacrées (24-25-26e). Sa hauteur est de 7 cm.

Le coccyx est formé de 4 vertèbres. Ce sont les 30-31-32 et 33e vertèbres. Sa longueur, mesurée sur la ligne médiane, est de 3 cm.

La corne supérieure droite apparaît comme un petit tubercule, saillant à la surface de l'os, d'une hauteur de 4 mm. La corne supérieure gauche, soudée à la corne sacrée, a une hauteur de 9 mm. Les cornes latérales n'existent pas. Le faisceau profond du ligament sacro-coccygien postérieur est ossifié dans toute son étendue.

La région lombaire est formée par 4 vertèbres lombaires.

Sa longueur totale est de 145 mm., en y comprenant le disque situé entre la dernière lombaire et la 1re sacrée, mais en en exceptant celui qui sépare la dernière dorsale de la région lombaire. La hauteur des 4 corps vertébraux réunis est de 102 mm.; restent donc 43 mm. pour les disques.

Les apophyses costiformes ont les dimensions indiquées dans le tableau suivant :

	Gauche.	Droite.
1re	25mm,5	26mm
2e	18	22
3e	32	30 ,5
4e	26	28

La longueur de l'apophyse costiforme de la 3e vertèbre lombaire, notablement plus forte que les deux qui la précèdent, et que celle qui la suit (fig. 6), est un caractère constant de la troisième vertèbre lombaire.

La 20e vertèbre, outre ses apophyses costiformes très développées, nous présente tous les caractères d'une 1re lombaire. La hauteur du corps vertébral, en avant, est un peu plus grande qu'en arrière. Le corps est allongé transversalement; les lames sont plus hautes que larges; le bord inférieur des pédicules est bien plus fortement échancré que le bord supérieur. Le canal vertébral a la forme d'un triangle équilatéral. Le changement d'orientation des apophyses articulaires est déjà complètement effectué : les supérieures, concaves, regardent en dedans et en arrière; les inférieures, fortement convexes, regardent en dehors et en avant. La convexité de l'apophyse articulaire inférieure droite est beaucoup moins marquée qu'à gauche. Les tubercules mamillaires sont très développés des deux côtés.

La 2e lombaire ne présente rien de particulier, c'est elle qui possède les apophyses costiformes les plus courtes. La 3e paraît avoir assez bien gardé l'aspect d'une 3e lombaire normale. Quant à la 4e, elle a certains caractères appartenant à une dernière lombaire typique, et d'autres à une avant-dernière. Le corps et les apophyses articulaires sont bien d'une dernière ; les apophyses costiformes ne sont pas celles que nous sommes habitués de voir à la dernière lombaire; loin d'être courtes, massives, pyramidales, elles son longues, la droite horizontale, la gauche légèrement ascendante, grêles, séparées des crêtes iliaques par un espace d'un demi-centimètre de hauteur. Le tableau suivant nous donne les hauteurs respectives des corps de ces 4 vertèbres lombaires :

	Diamètre vertical.	Diamètre transversal.
	—	—
Corps de 20e vertèbre..........	22mm	42mm
— 20e disque...........	7	
— 21e vertèbre..........	24	51
— 21e disque...........	9	
— 22e vertèbre..........	27	53
— 22e disque...........	11	
— 23e vertèbre..........	29	56
— 23e disque...........	16	

La 12e dorsale a tous les caractères d'une 12e dorsale typique; elle porte une paire de côtes, dont nous ne pouvons donner la longueur exacte, leurs extrémités ayant été brisées, mais qui ont encore 5 cm. de longueur de chaque côté. Le reste de la colonne dorsale n'offre rien de remarquable, excepté la soudure, dans leur moitié droite, des corps des 16e et 17e vertèbres. Un pont osseux unit la 8e et la 9e vertèbres dorsales à la 9e côte du côté gauche. Les 5e et 6e côtes gauches sont fusionnées sur une étendue de 1 cm.; du tissu osseux compact les unit aux deux vertèbres voisines. Les corps vertébraux présentent en outre çà et là de petites exostoses. Ces particularités doivent être considérées comme pathologiques.

La longueur totale de la colonne dorsale est de 19 cm. 5.

Colonne cervicale. — Les 4 premières vertèbres cervicales ne présentent rien à signaler. L'apophyse épineuse de la 5e est uni-tuberculeuse (fig. 1); elle a une longueur de 23 mm. et dépasse de 1 cm. l'apophyse épineuse de la 4e. L'apophyse épineuse de la 6e est uni-tuberculeuse, et beaucoup plus volumineuse encore que

celle de la 5e. Le tableau suivant nous donne les hauteurs respectives des corps des 7 vertèbres cervicales.

Atlas	12mm
1er disque	4
Axis	20
2e disque	2
3e cervicale	14
3e disque	3
4e cervicale	13
4e disque	2
5e cervicale	15
5e disque	2
6e cervicale	15
6e disque	2
7e vertèbre	11

La 6e et la 7e cervicale sont fusionnées à droite; les apophyses articulaires, les lames et les corps sont intimement soudés de ce côté. A gauche la fusion n'intéresse que les corps et on aperçoit encore à ce niveau la trace du disque ossifié. Du côté droit l'apophyse transverse de la 7e cervicale naît de l'union des lames des 6e et 7e vertèbres; elle a une longueur de 12 mm. L'apophyse transverse gauche est un peu plus longue et moins massive que la droite. La racine antérieure de cette apophyse persiste de ce côté, tandis qu'elle fait complètement défaut à droite. Le *foramen transversarium* existe donc seulement à gauche.

Côtes. — Annexées à cette colonne, nous trouvons 13 paires de côtes, 12 thoraciques et 1 cervicale. Les thoraciques n'ont rien de particulier, sauf la 1re. La 1re côte droite (fig. 9) est articulée avec la partie supérieure du corps de la 8e vertèbre ; à gauche, cette articulation porte aussi sur le 7e disque et un peu sur la 7e vertèbre. Le fait le plus frappant est l'élargissement très notable et l'aplatissement de cette 1re côte thoracique. Sur sa face supérieure, immédiatement en dehors du bord interne, et à 5 cm. en avant de l'articulation costo-vertébrale, est une saillie osseuse, avec laquelle vient s'articuler la côte cervicale. En arrière de cette saillie, la largeur de la côte est de 2 cm. ; immédiatement après, elle atteint 3 cm. La côte thoracique gauche présente comme la droite une petite apophyse à laquelle s'attache un ligament venu de la côte cervicale. En arrière de l'apophyse la largeur de la côte n'est que de 1 cm. 8; elle atteint 3 cm. en avant. Nous reviendrons plus loin sur l'intérêt

que présentent ces mensurations. Les longueurs de la 1re côte thoracique étaient respectivement les suivantes :

1re côte thoracique droite,	bord externe......	14cm
	bord interne......	10 ,5
1re côte thoracique gauche,	bord externe......	13
	bord interne......	9 ,5

Il existe une côte cervicale de chaque côté (fig. 9).

A droite, la côte cervicale, mesurée suivant son bord concave, a 6 cm. de long; assez grêle, sa plus grande largeur étant de 9 mm., cette côte s'articule avec le corps et l'apophyse transverse de C7. Il serait plus exact de dire que la tête s'articule avec les deux dernières vertèbres cervicales. En effet la ligne de soudure qui apparaît encore très légèrement entre les deux corps de ces vertèbres est exactement située sur le même plan transversal que le milieu de cette tête costale. A gauche, la côte cervicale est moins développée; mesurée suivant son bord concave, elle a 4 cm. de long. Articulée en arrière avec le corps et l'apophyse transverse de la 7e cervicale, elle se termine librement en pointe. Un ligament, assez faible, unit cette pointe à une apophyse costale symétrique de l'apophyse costale droite, mais un peu moins développée.

Cette côte est d'une façon générale plus grêle que celle du côté opposé. Ce fait est surtout remarquable dans la région qui s'étend du corps vertébral à l'apophyse transverse : tandis qu'à droite cette partie de la côte a 9 mm. de large, elle n'en a plus que 5 à gauche. De ce côté le foramen costo-transversaire est divisé en deux par un très faible pont osseux jeté en arrière de la côte, entre le corps et l'apophyse transverse. Ce pont doit être regardé comme la racine antérieure de l'apophyse transverse et, des deux orifices qui le délimitent, l'antérieur est le foramen costo-transversaire et le postérieur, le foramen transversaire. Après les observations de Walmann, Gruber, Stieda, Romiti, Albrecht et Leboucq, cette disposition n'a rien qui puisse nous étonner. De cette description, retenons surtout : la plus grande longueur de la côte droite, sa plus grande largeur, en particulier dans sa partie postérieure, son articulation avec la 1re côte en avant, et avec deux vertèbres en arrière, caractères qui s'opposent à la plus faible longueur de la côte gauche, sa moindre largeur, principalement dans le segment postérieur, sa réunion à la côte thoracique par un ligament, son articulation avec

une seule vertèbre, et la présence d'un foramen costo-transversaire. Nous reviendrons plus loin sur l'importance de ces détails anatomiques.

Voyons rapidement quel est l'état des *muscles*, *nerfs* et *vaisseaux* pouvant nous intéresser.

Le scalène antérieur s'insère aux tubercules antérieurs des apophyses transverses des 3e, 4e, 5e et 6e vertèbres cervicales, il s'insère en bas à l'union du tiers antérieur avec les deux tiers postérieurs de la 1re côte thoracique.

Le scalène postérieur s'insère en haut par des fibres musculo-aponévrotiques aux tubercules postérieurs des apophyses transverses de toutes les vertèbres cervicales. Ce muscle est décomposable en deux chefs : le premier part des apophyses transverses des 4e, 5e et 6e vertèbres cervicales et s'insère en bas au tiers moyen de la côte cervicale. Le 2e part des apophyses transverses de toutes les vertèbres cervicales et s'attache à la moitié postérieure de la 1re côte thoracique.

L'aponévrose cervicale moyenne et l'aponévrose clavi-pectorale disséquées, nous pouvons étudier la situation et les rapports du paquet vasculo-nerveux rétro-claviculaire. La veine sous-clavière, volumineuse, passe en avant du scalène antérieur; sa situation et ses rapports n'ont rien de particulier.

Le sujet de cette observation est malheureusement arrivé dans notre salle de dissection après autopsie; le plastron thoracique était enlevé, la section passait par le 1er cartilage costal. L'ablation des organes thoraciques et des gros vaisseaux ne nous a pas permis d'étudier les rapports du tronc brachio-céphalique. L'artère sous-clavière droite se dirige en haut et en arrière, s'engage derrière le scalène antérieur, en décrivant un coude très marqué; dans sa portion inter-scalénique, elle est immédiatement située au-devant de l'extrémité antérieure de la côte cervicale. C'est à ce niveau qu'elle émet la plupart de ses branches, lesquelles d'ailleurs ne présentent rien de particulier.

Le plexus brachial, normal, est formé par l'union de

$$C_{V},\ C_{VI},\ C_{VII},\ C_{VIII},\ D_{I}$$

Le 1er nerf dorsal sort du trou de conjugaison situé au-dessous de la 1re côte thoracique; croisant le col de cette côte, il se dirige obli-

quement en haut, en dehors et en avant, et va s'unir en Y avec le 8e nerf cervical; le tronc secondaire formé par ces 2 racines décrit une courbe de court rayon à concavité inférieure et sort du thorax pour s'unir aux autres paires nerveuses constituant le plexus; le 8e nerf cervical sort du trou de conjugaison situé immédiatement au-dessous de la côte cervicale, se dirige en avant, horizontalement et en dedans, longe le bord interne de cette côte en s'adaptant à sa courbure pour s'unir bientôt aux troncs voisins. Les parties molles étant enlevées, nous tombons sur le squelette dont nous avons fait plus haut la description.

Nous avons, comme dans les observations précédentes, fait l'étude du plexus lombaire.

Les racines spinales qui entrent dans sa constitution sont les 21e, 22e, 23e, 24e. La 21e paire forme le grand et le petit abdomino-génital; la 22e, le fémoro-cutané et le génito-crural; le crural est formé par l'union de trois racines naissant des 22e, 23e et 24e paires spinales; l'obturateur n'a que deux racines, venant des 23e et 24e. Le tronc lombo-sacré est formé par une branche venant de la 24e paire, unie au 1er nerf sacré. Le nerf en fourche est à la 24e (4e lombaire). Il y a donc 24 vertèbres préfurcales, ce qui est le cas ordinaire; seulement tandis que normalement nous avons 25 vertèbres présacrées, comprenant 24 préfurcales et 1 postfurcale, nous n'avons ici que 24 présacrées, la vertèbre lombaire post-furcale ayant été englobée dans le sacrum. Le nerf en fourche est le 1er nerf présacré.

Voyons maintenant les observations de colonnes vertébrales munies de côtes cervicales et possédant un nombre réduit de vertèbres présacrées que nous offre la littérature.

Le cas le plus ancien est celui de Gruber cité par Rosenberg qui le mit en doute. La formule vertébrale était :

$$7C + 11D + 5L + 5S + 4C.$$

L'extrémité antérieure de la côte cervicale droite était libre et la postérieure articulée avec la 7e vertèbre. La côte gauche plus petite était soudée en arrière à la vertèbre et l'on remarquait à ce niveau un *foramen costo-transversarium*. Les deux côtes étaient assez bien développées.

Hervé, en 1886, fait succinctement la description d'un squelette qu'il offre à la Société d'anthropologie. La formule était :

7C + 11D + 5L + 5S + 4C.

A droite seulement existait une côte cervicale supplémentaire de 27 mm. de long, unie à la côte thoracique par un ligament. Au point d'union, sur le bord concave de la côte thoracique, se trouvait une saillie osseuse triangulaire et aplatie, longue d'environ 12 mm.

Dans un ouvrage d'ensemble sur les variétés numériques vertébro-costales chez l'homme, Tenchini relate aussi un cas intéressant pour nous. Il fait l'objet de son observation VI et est caractérisé d'après l'auteur par les trois faits suivants :

1° Absence complète de la 12ᵉ côte et de la 12ᵉ vertèbre dorsale correspondante;

2° Présence d'un appendice costal mobile aux côtés de la 7ᵉ cervicale;

3° Régularité des autres régions; et la formule complète est :

7C + 11D + 5L + 5S + 4C = 32.

La longueur totale de la colonne est de 74 cm. 5 et pour les différentes régions :

Région cervicale	12^{cm},5
— dorsale	25
— lombaire	20
— sacrée	13
— coccygienne	4

Nous verrons plus loin tout l'intérêt que peuvent présenter pour nous ces mensurations. Deux autres constatations ont aussi une grande valeur; les voici : 1° les quatre segments inférieurs constituant le sacrum étaient normaux, mais la première vertèbre sacrée n'avait pas l'inclinaison normale et n'était pas complètement soudée avec la seconde; 2° il n'existait aucune anomalie concernant les nerfs et les viscères.

L'auteur ne donne de ces faits aucune interprétation, mais la façon dont il les présente et en particulier la première phrase de sa description, absence complète de la 12ᵉ côte et de la 12ᵉ ver-

tèbre dorsale, semblent montrer que pour lui il s'agit de l'excalation d'un segment vertébro-costal. Nous ne saurions dans ce cas être de son avis, mais avant d'entrer immédiatement dans une discussion qui nous entraînerait inévitablement à des redites, examinons les cas de Dwight et de Gérard.

Deux observations nous intéressent parmi celles qu'a groupées Dwight.

La première (colonne 267) a pour formule

$$C7 + D11 + L5 + S5 + C4.$$

La première côte droite vient de la 7e cervicale, elle est semblable à une première côte normale placée une vertèbre trop haut. Sa longueur est de 8 cm., sa largeur en arrière de 17 mm. et son cartilage costal a 5 cm. 5. La première sacrée est la fulcrale, il y a un promontoire unique. La première thoracique droite est une deuxième côte. La première côte gauche est une côte cervicale avec tête, col et tubercule, elle a 6 cm. de long. La côte annexée à la 8e vertèbre est très large, 2 cm. 2. La moitié gauche du sternum est absente.

L'autre observation (colonne 202) possède la formule suivante :

$$C7 + T11 . 12 + L5 + S6 + C \text{ incomplet}.$$

La 6e vertèbre cervicale, dit l'auteur, est, quand on la regarde de front, semblable du côté gauche à une dernière cervicale par le très faible développement du tubercule antérieur de son apophyse transverse. La 7e cervicale est munie à gauche d'une côte plus parfaite que la plupart des côtes cervicales décrites, continuée par un cartilage complètement indépendant du voisin. La tête et le tubercule sont ceux d'une première côte, mais la flèche est seulement de 15 mm. La côte est orientée de telle sorte que son bord interne est plutôt un bord supérieur. Les côtes de la 8e vertèbre sont particulières, la gauche se termine par son cartilage à l'union du manubrium avec le corps du sternum, elle est semblable à une 3e côte, la droite à une 2e, par sa largeur et sa direction, mais elle est plus large à sa terminaison (2 cm.).

La 24e vertèbre est la fulcrale. Le sacrum est formé par 6 vertèbres, il y a 5 paires de trous sacrés parfaits; il paraît y avoir au moins 3 vertèbres coccygiennes.

Enfin, en juin 1900, Gérard décrit une colonne vertébrale rencontrée à la salle de dissection de la Faculté de médecine de Lille. La formule était :

$$C7 + D11 + L5 + S5 + C4.$$

Dans cette observation les côtes s'étendaient de la 7ᵉ vertèbre à la 1ʳᵉ côte thoracique. Elles s'articulaient en avant avec une apophyse supportée par cette dernière. La côte droite mesurait 20 mm. de long, la gauche 27 mm. Toutes les régions de la colonne vertébrale étant normales, sauf la dorsale, l'auteur conclut à l'excalation d'une vertèbre et probablement de la première dorsale. Cette interprétation nous semble tout à fait inexacte. Voici pourquoi. Pour pouvoir affirmer avec quelque vraisemblance l'intercalation ou l'excalation, ou mieux l'interpolation ou l'expolation d'un segment dans une colonne vertébrale, il faudrait, d'après Ihering, s'appuyer sur la disposition des racines nerveuses au sortir des trous de conjugaison, l'expolation d'une vertèbre ne pouvant, d'après cet auteur, être rendue vraisemblable que quand, dans la colonne vertébrale examinée, le nerf en fourche reste l'avant-dernier nerf présacré, les nerfs préfurcaux étant en nombre inférieur à la normale. Gérard décrit le plexus brachial du sujet examiné et nous le montre normal, mais l'auteur n'a pas étudié la disposition des racines par rapport au nerf en fourche ni cherché si le nombre des nerfs préfurcaux était inférieur au nombre normal. L'examen du système nerveux n'étant pas fait, le principal argument qui pourrait être émis en faveur de l'hypothèse d'une excalation fait ainsi défaut.

Voyons quels sont les faits qui poussent l'auteur à croire à l'expolation d'une vertèbre. La formule vertébrale montre l'absence d'une dorsale, les 5 fausses côtes existent, l'auteur limite ses recherches à la partie supérieure de la région thoracique ; il mesure la première côte thoracique, donne les résultats de ses mensurations et écrit : « On voit que la première côte thoracique est deux fois plus large qu'une première côte normale et que sa hauteur correspond à peu près à celle des côtes 1 et 2 réunies ;... de plus la présence de deux cartilages costaux à son extrémité antérieure est de la plus haute importance. Le premier cartilage costal qui continue le bord supérieur de la côte est rudimentaire. Le second cartilage s'insère à la partie tout à fait inférieure du manubrium, contre le cartilage qui unit la poignée au corps du sternum ; il est

à peine situé un peu plus haut que normalement. Ces différentes considérations m'autorisent à admettre que *la première côte thoracique est le résultat de la fusion des deux premières côtes* encore représentées en avant par leurs cartilages, que *la côte suivante est non pas la 2e mais la 3e*; qu'il n'y a pas, bien qu'on ne trouve que 11 côtes, absence, mais *anomalie apparente par défaut avec compensation* ».

L'auteur s'appuie sur cette interprétation pour conclure à l'excalation de la première dorsale. Il ne nous semble pas que cette augmentation de largeur de la première côte soit une trace de fusion des deux premières côtes thoraciques. En effet, si nous en croyons les auteurs qui ont eu l'occasion d'examiner un certain nombre de côtes cervicales, habituellement dans ces cas la première côte thoracique est augmentée dans son diamètre transversal.

Leboucq écrit même : « Ce qui frappe également et qui s'observe d'une manière assez régulière quand il y a des côtes cervicales, c'est un élargissement notable de la première côte en avant ». Dans la grande majorité des observations de côtes cervicales le nombre des segments de la colonne vertébrale est normal, les paires de côtes au nombre de 12 plus une cervicale et, malgré l'élargissement de la première côte thoracique, il ne peut venir à l'idée de personne que cet élargissement est dû à une fusion entre la première et la deuxième côtes thoraciques. Cet élargissement se peut comprendre autrement.

L'élargissement résulte bien d'une fusion, mais elle s'est faite entre la première côte vraie et la côte cervicale. Les dessins de Gérard montrent à n'en pas douter (en particulier la figure 5) que l'élargissement de la côte thoracique n'existe pas dans toute la partie de cette côte située en arrière de l'apophyse costale, c'est-à-dire en arrière du point où s'arrête la côte cervicale. On sait que quand une côte cervicale se réduit, c'est la partie médiane qui disparaît la première; seuls persistent deux tronçons, un antérieur et un postérieur, restant parfois unis par un ligament, mais quelquefois aussi articulés ou fusionnés avec la côte thoracique. L'élargissement de la côte thoracique siégeant dans le cas particulier seulement entre les deux tronçons de la côte cervicale, la conclusion de l'auteur ne nous paraît pas exacte et les déductions qu'il en tire sont par cela même sans valeur. A l'appui de cette manière de voir nous citerons seulement les travaux de Blanchard, Leboucq et Dwight.

Nous nous sommes un peu attardés sur cette observation parce que, très semblable à celles que nous avons rapportées auparavant, elle a été exposée avec beaucoup plus de détails et les dessins qui l'accompagnent en permettent une discussion plus sérieuse.

Plusieurs observateurs relatent des cas de côtes cervicales ou de première côte thoracique rudimentaire. Turner et Struthers, entre autres, en ont réuni un certain nombre, mais jamais la formule vertébrale n'est donnée, il nous faut donc ne pas tenir compte de ces observations. Il en est de même des recherches publiées cette année même par Clinton E. Brush.

Discussion.

Les observations que nous venons de rapporter ont, en somme, trait à des colonnes possédant toutes la même formule vertébrale :

$$C7 + D11 + 5L + C4$$

et une paire de côtes cervicales. Les observateurs qui, après avoir décrit ces différents cas, ont cherché à les expliquer admettent l'expolation d'une vertèbre (Tenchini, Gérard) ou, ce qui revient à peu près au même, une erreur de segmentation (Dwight). Nous avons trop longuement discuté l'interpolation de Gérard pour qu'il soit utile d'y revenir. Ce que nous avons dit à ce sujet peut en partie s'appliquer à l'observation de Tenchini. Dwight explique, disons-nous, les deux observations que nous lui avons empruntées par une erreur de segmentation. La partie inférieure de la colonne est normale, l'erreur de segmentation porte sur la région supérieure. Il ne me paraît pas plausible, dit l'auteur, qu'un mouvement d'ascension exclusif de l'ilion puisse avoir été accompagné de modifications qui reproduisent si parfaitement les conditions normales.

Nous ferons à cette théorie de la segmentation irrégulière les mêmes objections qu'à celle de l'interpolation. Dwight ne peut étayer son opinion par aucun fait, il nous faudrait autre chose qu'une impression personnelle pour admettre dans ces cas une irrigularité de segmentation.

En l'absence de toute démonstration d'expolation ou de segmentation irrégulière, il devient nécessaire d'examiner de près si le mouvement exagéré d'ascension du bassin n'est pas la cause pre-

mière qui conduit à la réalisation de semblables colonnes vertébrales. Deux questions doivent être discutées au sujet des observations de cette catégorie : La réduction du nombre des vertèbres présacrées est-elle due à un mouvement exagéré d'ascension du bassin? Pourquoi les côtes cervicales sont-elles réapparues?

Cause de la réduction du nombre des vertèbres présacrées. — Parmi les 7 observations précédentes, deux seulement possédaient des régions lombaires et sacrées complètement normales : la première de Dwight et celle de Gérard; trois autres (deuxième observation de Dwight, celle de Tenchini et la nôtre) présentent des variations dans ces deux régions. Les deux derniers observateurs, Hervé et Gruber, ne décrivent pas le sacrum, nous les laisserons donc de côté. Comment admettre une excalation dans les trois observations présentant des variations au niveau du sacrum? cette inclinaison anormale de la première vertèbre sacrée dans l'observation de Tenchini et cette absence de soudure avec la seconde ne sont-elles pas un indice très net du mouvement exagéré dans l'ascension du bassin et de la transformation de la dernière lombaire en première sacrée, et ne trouvons-nous pas là la clef de la réduction numérique dans le nombre des segments de la colonne présacrée dans ce cas particulier? Il en est de même dans les deux autres observations. Les sacrums à 6 vertèbres que nous y avons rencontrés sont là pour corroborer cette opinion. Ils sont une preuve de ce mouvement ascensionnel exagéré qui, ayant plus ou moins complètement transformé la dernière lombaire en première sacrée, n'a pas encore fait sentir son retentissement habituel au niveau du coccyx, la dernière sacrée n'étant pas encore devenue coccygienne mais y tendant déjà. La première observation de Dwight et celle de Gérard rapprochées des précédentes nous apparaissent alors comme des termes plus parfaits. La sacralisation de la 24ᵉ vertèbre y était complète et la transformation de la 29ᵉ en première coccygienne entièrement effectuée. Les indices de l'ascension exagérée du bassin disparaissent naturellement dans de pareils cas, mais les différentes colonnes vertébrales très voisines dans lesquelles ces indices sont encore visibles nous incitent à les considérer comme les résultats d'une même cause. Nous pouvons trouver, avec des côtes cervicales, tous les degrés de transformation de la dernière lombaire en sacrée, tous sont indéniables, sauf le plus élevé, pourquoi ne l'admettrions-nous pas? Nous avons vu les trois observations qui s'en rapprochent beaucoup ;

il en est d'autres qui montrent le processus de réduction à peine ébauché. Telles sont deux observations de Dwight lui-même sur lesquelles nous reviendrons et une de Calori, que nous rappellerons en deux mots. Deux petites côtes cervicales étaient annexées à la 7e vertèbre cervicale; 11 dorsales et 5 lombaires. Le corps et les apophyses articulaires de la dernière lombaire étaient soudés avec le corps et les apophyses articulaires supérieures de la première sacrée; de plus une grosse expansion osseuse latérale unissait cette dernière lombaire aux côtés et à la base du sacrum.

Tout ce qui précède nous permet d'expliquer les observations de notre quatrième catégorie par un mouvement exagéré dans l'ascension du bassin. Nous rejetterons donc la théorie de l'expolation ou de la segmentation irrégulière et, s'il faut une preuve de plus pour soutenir notre manière de voir, nous irons la chercher dans l'état du système nerveux; ce que nous avons dit plus haut de la théorie de Ihering fera comprendre pourquoi nous n'attachons pas à cette preuve une grande valeur. Les auteurs qui ont publié les observations réunies dans la quatrième catégorie ont négligé l'examen des nerfs. Notre observation se trouve malheureusement être la seule des sept où il ait été fait. Le nerf en fourche (fig. 8) était constitué des deux côtés par la 24e paire rachidienne; le nombre des nerfs préfurcaux était donc normal, mais tandis qu'il existe habituellement 25 nerfs présacrés et par conséquent un nerf présacré postfurcal, ce nerf n'existe plus ici et le nombre des présacrées est réduit à 24. Les travaux de Ihering nous feraient penser qu'il n'y a pas eu ici d'excalation, puisque le nombre des nerfs préfurcaux est resté normal. Le nerf présacré post-furcal a disparu grâce à l'assimilation de la dernière lombaire au sacrum; il est devenu le premier nerf sacré.

Les rapprochements que nous avons opérés entre notre observation et celles des précédents auteurs rendent, après cet examen, la justesse de l'hypothèse d'une excalation ou d'une segmentation irrégulière de moins en moins probable, en confirmant de plus en plus la théorie de Rosenberg.

Mais pourquoi dans les cas rassemblés dans notre quatrième catégorie les côtes cervicales sont-elles réapparues?

Cause de la réapparition des côtes cervicales. — L'incorporation de la 24e vertèbre au sacrum fait perdre à la région présacrée un segment, elle diminue ainsi de longueur. Les lois biologiques de

l'accommodation nous obligent à penser que le développement normal des autres parties de l'organisme réagira sur cette région et tendra à rendre à ces différents segments leur hauteur normale. Rosenberg avait déjà remarqué que la hauteur d'une région de la colonne ne dépend pas du nombre des vertèbres; il fait remarquer que l'expression de processus de raccourcissement employée pour exprimer l'ascension du bassin n'est pas absolument exacte, la réduction du nombre des métamères n'entraînant pas forcément un raccourcissement, et il suppose que la diminution du nombre des vertèbres présacrées dans une colonne peut être compensée par l'augmentation de hauteur des différentes vertèbres qui la constituent.

Tenchini montre la hauteur des différents segments diminuant quand leur nombre augmente et inversement. Il donne à ce fait le nom de *compensation volumétrique*. Papillaut s'est demandé si la longueur de la section lombaire est proportionnelle au nombre de ses segments vertébraux. Il remarque tout d'abord que la longueur augmente très sensiblement avec le nombre des vertèbres et, s'appuyant sur ses mensurations, conclut : « Il y a donc en général une sorte de compensation volumétrique dans la région anormale, les segments étant plus longs dans les variations par défaut et plus petits dans les variations par excès. » La compensation par augmentation ou diminution de hauteur des corps vertébraux paraît donc exister pour l'auteur, mais incomplète.

Les observateurs cités plus haut sont, en somme, d'avis que la diminution de hauteur de la colonne vertébrale peut être compensée par un plus grand développement de ces différentes parties constituantes. Si nous étudions de plus près les différentes observations portant sur des variations numériques de la colonne vertébrale, nous voyons que parmi les trois régions présacrées, c'est la dorsale qui garde le mieux sa dimension verticale proportionnellement à toute la hauteur de la colonne. Le développement des organes thoraciques est celui qui paraît avoir la plus grande influence sur toute la région présacrée.

Examinons, dans les différents cas où les mensurations données par les auteurs le permettent, ce qui se passe dans la région dorsale d'une colonne à formule

$$C7 + D11 + L5$$

nous voyons que la longueur représentée par ces onze segments thoraciques équivaut presque à celle que nous fournit la réunion de douze segments normaux, ces chiffres étant naturellement établis proportionnellement à la hauteur totale des différentes colonnes. Une colonne vertébrale, longue de 74 cm., possède, d'après Testut, une région dorsale de 27 cm., ce qui donne pour 1 cm. de la colonne totale 0,365 de colonne dorsale.

Différents auteurs, Sappey, entre autres, donnent des chiffres plus élevés [1]. Nous nous en tenons à ceux de Testut qui, d'après les mensurations et les études bibliographiques que nous avons pu faire, nous semblent plus conformes à la réalité. Voyons maintenant ce que devient cette proportion dans une colonne à 23 présacrées et 11 dorsales.

Rarement les auteurs qui ont examiné un groupe de semblables colonnes en donnent des mensuratious pouvant être utilisées ici. Quelques observateurs n'ont heureusement pas omis de nous donner ces renseignements, tels entre autres Staderini et Tenchini [2]. Rappelons dans un tableau les hauteurs totales des colonnes à 11 dorsales et 23 présacrées qu'ils ont examinées et joignons-y le chiffre qui nous représente la dimension de la partie dorsale pour 1 cm. de l'organe.

	Longueur de la colonne vertébrale totale.	Colonne dorsale.	
	—	—	
Tenchini............	756mm	265mm	0,355
Staderini, obs. I....	534	182	0,340
— II....	566	194	0,342
— IV....	534	180	0,337
— V....	520	192	0.369
— VII....	562	193	0,343
— X....	505	175	0,346

Fait assez frappant, toutes ces régions dorsales paraissent être un peu moins longues que ne l'est une colonne dorsale normale, mais cette différence n'équivaut pas à la hauteur d'une vertèbre et

1.

	Longueur totale.	Longueur de la région dorsale.	
	—	—	
Sappey....................	73cm	30cm	0,412
Morel et Duval...........	74	29	0,392
Disse.....................	59 ,5	28	0,470

2. Nous n'avons pas pu nous servir des mensurations de Dwight, qui ne donne jamais la longueur totale de la colonne vertébrale.

l'augmentation des différents corps vertébraux pour compenser la perte d'un segment s'est incontestablement réalisée ici. Voyons ce qui se passe dans des cas très voisins, c'est-à-dire dans ceux qui appartiennent à notre 4e catégorie. Outre la réduction du nombre des présacrées manifestée par l'absence d'une vertèbre dorsale, nous trouvons dans ces observations une côte cervicale supplémentaire. Il serait fort intéressant de savoir dans ces cas comment s'est comportée la région dorsale, mais ici encore il nous faut déplorer l'absence de mensuration utilisable pour nous et, des 7 cas placés dans cette catégorie, seul celui de Tenchini reste étudiable.

Voici les mensurations données par l'auteur :

Observation VI.	Région cervicale..........	12cm,5
	— dorsale...........	25
	— lombaire.........	19 ,5
	— sacrée.............	13
	— coccygienne......	4
	Colonne totale...........	74 ,5

Dans ce cas, pour 1 cm. de colonne totale, nous obtenons 0,335 de colonne dorsale. Ici donc, l'adaptation a été beaucoup moins complète, les corps vertébraux n'ont pas subi cette augmentation de diamètre qui rend à la colonne dorsale sa hauteur proportionnelle, mais il s'est passé dans la partie supérieure de cette région dorsale un phénomène qui ne s'était pas manifesté dans les observations précédentes. Des côtes cervicales sont apparues au niveau de la 7e vertèbre et le thorax débute, non pas au niveau de la 1re dorsale, mais bien de la 7e cervicale.

L'état des parties molles, le trajet des artères sous-clavières et des branches du plexus brachial dans les différentes observations de côtes cervicales démontrent assez ce fait pour qu'il soit utile d'insister. La région dorsale vraie, dans ce cas comme dans les précédents, a donc repris des dimensions normales, mais elle y est arrivée, non plus par l'augmentation de hauteur des différents segments constituants, mais par transformation de la 7e vertèbre en un segment physiologiquement thoracique.

L'observation de Tenchini n'est pas la seule qui parle en faveur de cette opinion. Il nous est utile de rappeler ici quelques-unes des mensurations données dans notre observation personnelle. Dans ce cas, en effet, le segment disparu appartenait non pas à la

région dorsale, mais à la région lombaire; la hauteur de cette colonne dorsale possédant un nombre de segments normaux était de 19 cm. 5; la hauteur totale de la colonne étant de 62, nous trouvons, en répétant le calcul fait précédemment, le chiffre de 0,314. La dimension de la colonne dorsale se trouve donc, dans ce cas, malgré ses 12 segments, proportionnellement plus faible que dans tous les précédents, ce qui confirme encore notre hypothèse, puisque la colonne vertébrale examinée est munie de deux côtes cervicales. La région cervicale était, dans cette observation, proportionnellement beaucoup plus longue que normalement et la région lombaire un peu inférieure à la taille qu'elle devrait avoir dans une colonne de 62 cm.; formée de 4 segments, elle était arrivée à compenser incomplètement la perte de sa dernière pièce constituante transformée en 1re sacrée, fait d'accord avec les observations de Papillaut.

Après toutes ces mensurations, nous pensons pouvoir émettre l'hypothèse suivante : la hauteur de la partie présacrée d'une colonne vertébrale réduite par l'ascension exagérée du bassin et particulièrement la région thoracique tend, en vertu des lois biologiques de l'accommodation, à prendre des dimensions normales.

Ce fait peut être réalisé de deux façons différentes :

1° Par augmentation de hauteur des corps vertébraux;

2° Par réapparition de côtes cervicales.

Si cette hypothèse est bonne, nous devrons trouver, quand des côtes cervicales seront apparues, une région dorsale plus petite que normalement, comparée à la hauteur totale de la colonne à laquelle elle appartient, et cela même quand le nombre des vertèbres présacrées, au lieu d'être réduit, se trouvera augmenté. Dans son observation III, Tenchini décrit une colonne vertébrale à formule

$$C8 + D12 + L5 + S5 + C5.$$

La 8e cervicale possède une paire de côtes. La colonne vertébrale a comme longueur totale 76 cm. 5 et les 12 dorsales 27 cm. Pour 1 cm. de longueur totale, il existe donc ici 0,352 de colonne dorsale, c'est-à-dire un chiffre inférieur au chiffre normal. Étant donnée l'augmentation du nombre des présacrées, on devrait s'attendre à trouver une colonne dorsale un peu plus longue que normalement; on voit qu'il n'en est rien; au contraire, cette colonne est réduite. Comment trouver une meilleure vérification de notre hypothèse?

Mais d'autres faits parlent encore en sa faveur et par conséquent contre l'idée d'une expolation ou, comme le voudrait Dwight, d'une segmentation irrégulière. Deux observations de cet auteur tendent à le démontrer. Dans la première appartenant à son groupe D et possédant la formule

$$C7 + T12 + L5 + S5 + C3$$

il existe, du côté gauche, complètement soudée à la vertèbre, une petite côte cervicale, et la 5e vertèbre lombaire présente à gauche des traces de sacralisation. Dans la seconde, de formule

$$C7 + T12 + L5 + S5 + C \text{ perdu}$$

une petite côte cervicale, avec tête, col et tubercule, existe à gauche ; non soudée à la vertèbre, elle lui est très complètement reliée par un ligament; il y a à droite un élément costal plus petit, moins caractéristique et fortement soudé.

La 5e vertèbre lombaire est sacralisée à gauche.

Ces exemples de sacralisation portant sur un seul côté de la dernière vertèbre lombaire ne sont pas très rares; Posth en rapporte dans sa thèse un certain nombre d'exemples et les modifications imprimées par ces variations au bassin ont appelé sur elles l'attention des accoucheurs. Tarnier étudie les bassins viciés asymétriquement par assimilation de la 5e lombaire au sacrum et donne différentes figures qui sont des exemples parfaits d'hémisacralisation de la dernière lombaire. Tous ces exemples sont une confirmation éclatante des théories de Rosenberg reprises par Régalia. Le plus grand développement de la côte cervicale du côté où s'est produite la sacralisation dans la 2e observation de Dwight, et le développement de cette même côte uniquement du côté où existe la sacralisation dans la seconde, tendent à démontrer que l'exagération dans le mouvement ascensionnel du bassin et l'apparition de côtes cervicales chez le même individu sont deux phénomènes possédant entre eux des liens étroits. Ce sont encore là des faits à ajouter en faveur de notre hypothèse. Il nous faudrait encore montrer que, dans ces cas, la colonne dorsale formée de 12 segments est moins haute que normalement par rapport à la hauteur de toute la colonne. Les mensurations faites par Dwight ne sont pas assez complètes pour nous le permettre.

Notre colonne vertébrale de formule

$$C7 + T12 + L4 + S6 + C4$$

nous montre, elle aussi, et de la même manière, les rapports qui existent entre le mouvement ascensionnel trop prononcé du bassin et la réapparition de côtes cervicales. En même temps que le sacrum incorpore la dernière vertèbre lombaire, il abandonne sa dernière pièce constituante qui formera la première coccygienne. Quand le phénomène est plus avancé d'un côté que de l'autre on peut s'en apercevoir non seulement, comme dans les observations précédentes, par l'état de la dernière lombaire plus ou moins sacralisée, mais aussi par l'examen de la première coccygienne. En décrivant notre cas, nous avons fait remarquer que la corne coccygienne postérieure gauche était plus développée qu'à droite (tandis que la corne gauche est encore soudée à la corne sacrée, la droite libre apparaît comme un petit tubercule), preuve que le processus de transformation est plus avancé à droite qu'à gauche (fig. 5). C'est aussi de ce côté droit, si notre hypothèse est juste, que devrait se trouver la côte cervicale la plus développée, créant ainsi un rapport qui est exactement l'inverse de celui que nous feraient attendre les conclusions de Rosenberg. L'examen de la partie supérieure de notre colonne nous montre que les choses se passent bien comme nous le pensions. En effet, non seulement le plus grand développement de la côte cervicale droite se manifeste par sa longueur, et aussi par le fait de son articulation avec la première côte thoracique, tandis que la gauche n'est unie à la première côte que par un ligament; mais encore la plus faible largeur de la côte gauche et l'existence d'un foramen costo-transversaire sont l'indice de transformations beaucoup moins complètes à gauche qu'à droite.

Nous voyons, en somme, que du côté où le processus se montre le plus avancé dans la partie inférieure de la colonne, la côte cervicale a acquis un plus grand développement. Ce fait prend une certaine valeur quand on le rapproche des deux précédents.

Les sept observations rapportées plus haut nous présentent donc des variations numériques des segments vertébraux toutes explicables par la théorie de Rosenberg. Pour cet auteur, comme nous l'avons vu, la diminution du nombre des vertèbres présacrées est

une progression, c'est un effort vers l'établissement d'un type futur, de même que l'état rudimentaire de la première côte thoracique. Nous avons montré déjà par de nombreux exemples la valeur que nous paraissait avoir une telle conclusion en nous appuyant sur ce fait que des traces de régression et de progression ne peuvent exister dans un même organe. Pour pouvoir rejeter l'idée de progression, il nous faut rendre évidente la régression dans la partie supérieure des colonnes vertébrales formant notre 4e catégorie, et tout d'abord l'apparition d'une côte cervicale doit-elle être regardée comme une régression? Rosenberg lui-même est d'avis que l'hypothèse d'une néoformation de côtes dans une forme hautement différenciée est inacceptable, la côte étant une vieille formation philogénétique. Cette raison pourrait nous dispenser d'en chercher d'autres dans l'ontogénie où nous pourrions cependant en trouver d'excellentes. Les travaux de Leboucq sur le développement des vertèbres cervicales sont trop connus pour qu'il nous soit utile d'insister. Mais l'apparition de la côte cervicale n'est pas le seul signe de régression qui se puisse rencontrer dans les colonnes que nous examinons. Nous avons fait remarquer dans la description de la région cervicale de notre colonne vertébrale que la 5e vertèbre possédait une apophyse épineuse uni-tuberculeuse (fig. 1). Si nous en croyons Rosenberg, il faut voir dans l'état unituberculeux de cette apophyse le retour à un état ancestral. Nous opposant à certaines des conclusions de cet auteur, nous ne saurions mieux faire que de lui emprunter des arguments possédant d'ailleurs une très grande valeur. Owen montre, chez un Boschiman et une Australienne, l'épine uni- tuberculeuse des cinq dernières vertèbres cervicales; Hamy, chez un nègre, trouve aussi les apophyses épineuses de toutes les vertèbres cervicales, sauf l'axis, uni- tuberculeuses. Un Boschiman et un nègre possédaient même toutes les apophyses épineuses cervicales non divisées. Turner rapporte des observations analogues. Saint-Georges Mivart montre que, chez les Primates, l'apophyse épineuse de la 6e vertèbre cervicale est toujours uni- tuberculeuse quand elle n'est pas rudimentaire, et les travaux de Ranke l'amènent à conclure que l'état uni- tuberculeux des apophyses épineuses doit être regardé chez l'homme comme une régression. Enfin Cunningham fait remarquer que, dans les races inférieures, les apophyses uni- tuberculeuses sont la règle et que, dans ce cas, elles sont absolument semblables à celles du chim-

panzé. Dans les races supérieures, au contraire, ces apophyses sont habituellement bi-tuberculeuses.

Chercher d'autres preuves ne nous paraît pas nécessaire et nous pouvons conclure : apparition d'une côte cervicale, aspect uni- tuberculeux de l'apophyse de la 5e vertèbre sont des signes de régression. Nous croyons pouvoir affirmer maintenant que rien n'autorise à voir dans la réduction du nombre des vertèbres présacrées et dans l'état rudimentaire de la première côte [1] un des premiers exemples du type humain futur [2]. Cette idée que nous rejetons n'a pas été mise en avant seulement par Rosenberg. En 1877, sous une forme on ne peut plus hypothétique, Topinard avait abordé la question. Présentant à la Société d'anthropologie de Paris une colonne vertébrale à formule

$$C7 + D11 + L5 + S5 + C4$$

l'auteur termine en disant : « Je n'en tire aucune conclusion, je ne me demande pas si c'est un cas d'atavisme de quelque ancêtre effroyablement éloigné, si cela indique l'existence alors de deux espèces humaines pour le moins, l'une à 12 côtes, l'autre à 11 côtes; ou s'il y a là, au contraire, la preuve d'un effort de transformation vers l'avenir. Ce sont là des théories prématurées. » Prudente réserve que rien ne nous autorise absolument à ne pas garder; mais faut-il en rester là et maintenant que sont apparus de nombreux faits inconnus au moment où Topinard pensait être le premier à signaler une colonne vertébrale à 23 présacrées, avec absence d'une paire de côtes, ne devons-nous pas les grouper et chercher les causes de leur existence? Ce serait là un travail utile, bien que peut-être un peu prématuré, les notions que nous possédons sur le développement de la colonne vertébrale n'étant pas tout à fait suffisantes. Nous n'avons pas l'intention de l'entreprendre, mais nous voulions l'aborder en ce qui concerne les observations réunies dans notre 4e catégorie et donner seulement une idée pour répondre à la question suivante : Comment arrive à se réaliser chez l'homme des colonnes vertébrales possédant une région présacrée réduite et une paire de côtes cervicales?

1. Ce qui nous met d'accord avec Debierre sur la prétendue régression du thorax.

2. L'hérédité possible des variations numériques des segments de la colonne vertébrale montrée par une observation de Soffiantini ne prouve naturellement rien contre cette opinion.

Nous avons montré qu'il y a une relation évidente entre l'apparition de côtes cervicales et la réduction du nombre des vertèbres présacrées. L'une est-elle la cause de l'autre? Quelle est la variation première qui entraîne les autres? Nous ne pouvons rien avancer avec certitude sur ce sujet. Nous pouvons seulement affirmer qu'après la mise en œuvre d'une cause de perturbation dans la colonne vertébrale, une réaction se produit, et nous avons vu les différents mécanismes par lesquels elle s'opère. Nous espérons aussi avoir démontré qu'aucune des variations constatées dans la colonne vertébrale ne saurait être interprétée avec quelque vraisemblance comme un essai dans la réalisation du type humain futur.

Auteurs cités.

Albrecht. — Note sur une hémi-vertèbre gauche surnuméraire de Python Sebac, *Bull. du Musée royal d'hist. natur. de Bruxelles*, 1883, t. II.

Adolphi. — Ueber die Wirbelsäule und der Brustkorb zweier Hunde, *Morph. Jahrb.*, Bd 27, H 2, p. 299-308.

Ancel et Sencert. — Variations numériques de la colonne vertébrale, *Comptes rendus de l'Association des Anatomistes*, 3e session, à Lyon, 1901; Nancy, 1901. Contribution à l'étude du plexus lombaire chez l'homme, *Bibliographie anatomique*, 1901, t. IX, f. 4.

Bateson. — *Materials for the study of variation, treated with especial regard to discontinuity in the origin of species*, London, 1894.

Baur. — On intercalation of Vertebra, *Journ. of Morphology*, vol. IV, n° 3, p. 331-336.

Bellamy. — Note on the absence of the quadratus femoris muscle and on a spine possessing a sixth lumbar vertebra, the first rib being rudimentary, *Journ. of Anat. and Phys.*, vol. IX, 1875, p. 185.

Bianchi. — Sull' interpretazione morfologica della prima vertebra coccigea nell' uomo, *Atti della R. Accadem. dei Fisiocritici in Siena*, 1895, vol. VII, S. 4, F. 1-2, p. 3.

Blanchard. — La septième côte cervicale de l'homme, *Revue scientifique*, 1885, t. I, p. 724.

Broca. — Études sur la constitution des vertèbres caudales chez les Primates sans queue, *Revue d'Anthropologie*, t. I, 1872.

Brodier. — La septième côte cervicale surnuméraire, *Bull. de la Soc. anat. de Paris*, Année 67, 1892, sér. V, t. VI, p. 79.

Calori. — Sur deux cas de variétés numériques des vertèbres accompagnées de variétés numériques des côtes et d'autres anomalies, *Arc. ital. de Biol.*, 1889, t. II, p. 425, et *Mem. della R. Accad. delle Scienze dell' Instituto di Bologna*, S. IV, t. IX, p. 114.

Clinton E. Brusch. — Notes on cervical ribs, *Bull. of the Johns Hopkins Hospital*, 1901, vol. XII.

Cunningham. — Neural spines of the cervical vertebrae as a race character, *Journ. of Anat. and Phys.*, vol. XX, 1886, p. 637.

Davidoff. — Uber die Varietäten des Plexus lumbo-sacralis von Salamandra maculosa, *Morph. Jahrb.*, 1884, Bd IX, H 3, p. 401.

DEBIERRE. — Le thorax est-il en régression? *Atti dell' XI Congreso medico internazionale*, Roma, 1894, vol. II, p. 12.

DISSE. — *Bardeleben's Handbuch der Anatomie des Menschen*, Skeletlehre, Abth. I. Allgemeines. Wirbelsäule. Thorax. Iena, 1896.

DWIGHT. — Description of the human spines showing numerical variation in the Warren Museum of the Harvard medical School, *Memoirs of the Boston Society of natural history*, 1901, vol. V, n° 7, et *Anatomischer Anzeiger*, Bd XIX, n° 13, 1901, p. 321.

EISLER. — *Der Plenus Lumbo-sacralis des Menschen*, Halle.

FÜRBRINGER. — Zur Lehre von den Umbildungen des Nervenplexus, *Morph. Jahrbuch.*, 1879, Bd V.

GEGENBAUR. — *Lehrbuch der anatomie des Menschen*, Leipzig, 1895.

GÉRARD. — Sur la présence d'une côte cervicale articulée avec la première côte formée elle-même de la fusion des deux premières côtes thoraciques, *Bibliog. anatomique*, t. VIII, f. 2, p. 61.

GRUBER. — Ueber die Halsrippen des Menschen mit vergleichend. anatomischen Bemerkungen, *Mémoires de l'Acad. de Saint-Pétersbourg*, t. XIII, n° 2.

HAMY. — Étude sur un squelette d'Aeta des environs de Binangonan, nord-est de Luçon (Philippines), *Nouvelles archives du Museum d'histoire naturelle de Paris*, 1879, t. X, sér. 2.

HERVÉ. — Squelette à onze vertèbres thoraciques, *Bulletin de la Société d'Anthropologie*, t. IX, p. 634.

HOLL. — Über die richtige Deutung der Querfortsätze der Lendenwirbel und die Entwicklung der Wirbelsäule des Menschen, *Sitzungsberichte der Kais. Akad. der Wissenschaften in Wien*, 1882, Bd. LXXXV, p. 1.

IHERING. — *Das peripherische Nervensystem der Wirbelthiere*, Leipzig, 1878.

LEBOUCQ. — De quelques anomalies des côtes chez l'homme, *Annales de la Société de médecine de Gand*, 1885. — Recherches sur les variations anatomiques de la première côte chez l'homme, *Archives de Biologie*, t. XV, p. 125, 1899.

LEVELING. — *Observationes anatomicae rariores*, Norimbergae, 1787.

MOREL et DUVAL. — *Manuel de l'Anatomiste*, Paris, 1883.

OWEN. — Osteological contributions to the natural history of the Chimpanzees (Troglodytes) and Orangs (Pithecus) N. V. Comparison of the lower faw and vertebral column of the Troglodytes Gorilla, Troglodytes niger, Pithecus Satyrus and different varieties of the human Race, *Transact. Zool. Soc.*, London, 1857, vol. IV, p. 4.

PAPILLAUT. — Variations numériques des vertèbres lointaines chez l'homme, leurs causes et leurs relations avec une anomalie musculaire exceptionnelle, *Bull. de la Soc. d'Anthrop. de Paris*, t. IX, s. 4, f. 3, p. 198-222.

PATERSON. — The human sacrum, *The scientific Transactions of the Royal Dublin Society*, vol. 5, s. 2, 1893, p. 123-204.

PILLING. — *Uber die Halsrippen des Menschen*, Dissert. Rostock, 1894, Zur Anthropologie der Halswirbelsäule.

POSTH. — Le sacrum, *Thèse Paris*, 1897.

RANKE. — *Sitzungsberichte der math.-physik. Klasse der K. bayer. Akademie der Wissenschaften*, München, 1895, Heft 1, p. 3.

REGALIA. — *Sulla causa generale delle anomalie numeriche del rachide*, Firenze, 1895.

ROMITI. — Di alcune varieta ossee, *Giorn. internaz. delle sc. med.*, Nuov. ser. II, 1880.

ROSENBERG. — Ueber eine primitive Form der Wirbelsäule des Menschen, *Morph. Jahrbuch*, vol. 27, p. 1-118; — Ueber die Wirbelsäule der *Myrmecophaga jubata*, Linné; *Festchrift für C. Gegenbaur*, Bd. II, p. 289, 1896; — Ueber die Entwicklung der Wirbelsäule; *Sitzungsberichte der Naturforschergesellschaft bei der Universität Dorpat*, Bd. VI, 1883, p. 501; — Ueber die Entwicklung der Wirbelsäule und das Centrale carpi des Menschen, *Morph. Jahrbuch*, Bd. I, H. 1.

RUGE. — Verschiebungen in den Endgebieten der Nerven des Plexus lumbalis der Primaten, *Morph. Jahrbuch*, Bd. XV, p. 305.

RUSSELL BARDEEN et WELS ELTING. — A statistical study of the variations in the formation and position of the lumbar-sacral plexus in man, *Anat. Anzeiger*,

Bd. XIX, nos 5, 6, 1901, p. 124, et *Anat. Anzeiger*, Bd. XIX, nos 9, 10, p. 209.
Saint-Georges Mivart. — On the axial skeleton of the Primates, *Proceedings Zool. Soc. London*, 1865.
Sappey. — *Traité d'anatomie descriptive*, Paris, 1869.
Soffiantini. — Anomalies costo-vertébrales numériques par excès, héréditaires, *Bull. de la Soc. d'Anthropologie de Paris*, 1893, t. XVI, n° 1, p. 13.
Staderini R. — Ricerche statistiche sulla frequenza della varieta numeriche della vertebre nell' uomo e considerazioni sulla loro genesi, *Monit. zool. ital.*, année V, p. 56-95.
Stieda. — Uber Hallsrippen, *Virchow's Arch.*, Bd. XXXVI, 1866, p. 425.
Struthers. — On variation of the vertebrae and ribs in man, *Journ. of Anat. and Phys.*, 1875, vol. 9, p. 17.
Tarnier. — *Traité de l'art des accouchements*, Paris, 1882.
Tenchini. — *Sulle varieta numeriche vertebro-costali nell' uomo*, Parma, Luigi Battei, 1889. — Varieta numeriche della vertebre e della coste, *Atheneo Medico Parmense*, Parma, 1888. — Mancanza della duodecima vertebra dorsale e della ultime duo coste, *Atheneo Medico Parmense*, 1887, anno I, F. 2.
Testut. — *Traité d'anatomie humaine*, Paris, 1894.
Topinard. — Des anomalies de nombre de la colonne vertébrale chez l'homme, *Revue d'Anthropologie*, 1877, t. VI, p. 577. — Sur un squelette humain à onze paires de côtes, *Bull. de la Soc. d'Anthropologie*, 1877, t. XII, p. 270.
Turner. — On the so called two-headed ribs in Whales and in Man, *Journ. anat. and phys.*, vol. V, 1871, p. 348.
Wallmann. — Anatomische Beschreibung von zwei spiralig verwaschenen Halswirbel, *Verhandl. der phys. med. Gesellschaft*, Würzburg, t. VIII, p. 159, 1857.
Welcker. — Ueber Bau und Entwicklung der Wirbelsäule, *Zool. Anzeiger*, 1878, n° 13.

Explication des figures des planches.

Ces figures sont faites d'après trois sujets. Les figures 1, 5, 6, 8, 9 appartiennent à l'un, les figures 3, 4 au second, et enfin 2 et 7 au troisiéme.

Fig. 1. — Région cervicale d'une colonne vertébrale à 23 présacrées. En E l'apophyse épineuse uni-tuberculeuse de la 5e vertèbre. Les lames des 6e et 7e vertèbres sont soudées (B). On aperçoit (A) les côtes cervicales.

Fig. 2. — Sacrum constitué par 6 vertèbres, et appartenant à une colonne vertébrale à 25 présacrées. A droite (A) une ligne indique l'endroit où devait se faire la séparation entre la corne sacrée et coccygienne. A gauche fusion complète (B). C. crête sacrée formée par les quatre premières vertèbres sacrées. R. et R'. racines transverses de la 6e sacrée. Les ligaments l'unissant au sacrum et formant le 5e trou n'ont pas été figurés.

Fig. 3. — Plexus lombaire droit étalé à 5 branches. La colonne vertébrale a pour formule C7 + D12 + DL1 + L5 + S5 + C4. Le nerf en fourche est à la 24e paire F. GA et PA grand et petit abdomino-génital; Fc, fémoro-cutané; Gc, génito-crural; C, crural; O, obturateur; TL, tronc-lombo-sacré.

Fig. 4. — Plexus lombaire gauche appartenant au même sujet. Ce

plexus est étalé à 6 branches. Le nerf en fourche est à la 25e paire. Mêmes lettres que dans la figure précédente.

Fig. 5. — Sacrum à 6 vertèbres d'une colonne vertébrale à 23 présacrées. Cette figure montre la direction différente des deux racines transverses de la 6e sacrée (A et B). La taille beaucoup plus grande de la corne coccygienne gauche C*g* que celle de la droite C*d*. C crête sacrée formée par les quatre premières vertèbres.

Fig. 6. — Colonne lombaire formée de quatre segments; les vertèbres ont subi des changements dont les plus visibles sont ceux qui intéressent les apophyses costiformes.

Fig. 7. — Colonne lombaire à 6 vertèbres. Les apophyses costiformes des 5 dernières sont bien semblables à celles que possèdent les 5 lombaires normales; la première vertèbre de cette figure (20e V) a les apophyses costiformes les plus petites G.

Fig. 8. — Plexus lombaire droit et gauche à quatre branches. La colonne présacrée est réduite d'une unité par absence d'une lombaire. Mêmes lettres que dans les figures 3 et 4. Le premier nerf post-furcal P est le premier sacré, et le nerf en fourche est formé comme normalement par la 24e paire spinale.

Fig. 9. — Cette figure nous montre les corps vertébraux des 6e et 7e vertèbres soudés dans leur moitié droite (S). La soudure de ces deux vertèbres en arrière est montrée dans la figure 1. C, côte cervicale droite articulée en D avec la 1re côte thoracique. C′ côte cervicale gauche terminée en pointe et unie à la côte thoracique par un ligament L. Les côtes thoraciques présentent un élargissement notable dans la région située en avant du lieu de réunion de la côte cervicale ave elles (E).

ÉTUDE ANATOMIQUE DU COBAYE

(*CAVIA COBAYA*)

(*Suite*[1])

Par le Dr ALEZAIS

Le *vaste externe* (fig. XXVIII, 30) prend naissance à la partie supéro-externe de l'humérus, suivant une ligne horizontale qui est sous-jacente à la grosse tubérosité (fig. XLI, B, 22). L'insertion est tendineuse en avant, charnue en arrière. Elle est croisée par le petit rond et couvre le brachial antérieur. Le muscle est beaucoup moins considérable que la longue portion, sur laquelle s'applique son bord postérieur qui est épais, tandis que son bord antérieur est mince; il descend verticalement et se termine en partie sur le tendon de la longue portion, en partie sur l'olécrâne, en dehors de ce tendon.

Le *vaste interne* (fig. XL, 8) s'insère sur la face postérieure de l'humérus. Étroite près de l'extrémité supérieure, la surface d'insertion s'élargit en descendant et empiète sur la face externe, sauf au voisinage du coude (fig. XLI, 21). Il résulte de l'ascension du chef interne du triceps jusqu'au col chirurgical de l'humérus que le nerf radial et le brachial antérieur qui suit son trajet inflexe, n'ont que des rapports médiats avec la diaphyse humérale.

L'insertion inférieure, indépendante des autres portions du triceps, se fait par implantation directe des fibres sur le bord supérieur de l'olécrâne (fig. XLIII, 1, 2, 3, 3').

L'*anconé* n'est pas distinct du vaste interne et s'insère avec lui sur l'olécrâne.

Le muscle *épitrochléo-cubital* est fréquent chez les Mammifères et

1. Voir le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* du 15 novembre 1898, du 15 mai 1899, du 15 novembre 1900, du 15 janvier et du 15 mai 1901.

en particulier chez les Rongeurs (Gruber, Wood, Parsons). C'est un faisceau charnu, représenté par une bandelette fibreuse chez l'Homme et dans les espèces où il manque, qui est étendu sur le nerf cubital de l'épitrochlée à l'olécrâne.

Chez le Cobaye je n'ai pas trouvé de faisceau musculaire, mais seulement une bandelette fibreuse (fig. XLII, 6) répondant en haut au vaste interne, en bas au cubital antérieur qui prend sur elle quelques insertions.

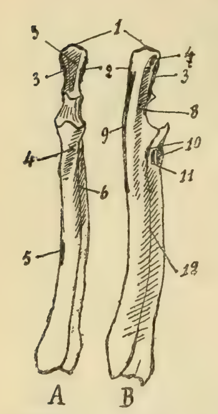


Fig. XLIII. — *Radius et cubitus gauches du Cobaye : insertions musculaires.* Grandeur naturelle. — A, Face antérieure ou d'extension; B, Face postérieure ou de flexion : 1, Longue portion du triceps ; 2, Vaste externe ; 3, 3', Vaste interne ; 4, Court supinateur ; 5, Rond pronateur ; 6, Extenseur du pouce et extenseur de l'index ; 7, Dorso-olécranien ; 8, Cubital antérieur ; 9, Cubital postérieur ; 10, Biceps brachial ; 11, Brachial antérieur ; 12, Faisceaux antibrachiaux du fléchisseur perforant.

2° Avant-bras.

Il faut tenir compte, dans la description des muscles de l'avant-bras, de la pronation permanente et forcée du squelette. Les faces antérieure et postérieure deviennent des faces interne et externe : il est préférable de désigner la première sous le nom de *face de flexion*, la seconde sous le nom de *face d'extension*.

Rond pronateur (fig. XL, 18). — Le *rond pronateur* n'a pas d'insertion coronoïdienne chez les Rongeurs (Parsons). C'est un petit muscle peu développé, en partie fibreux, qui est étendu de la partie la plus élevée de l'épitrochlée au milieu de la face interne de la diaphyse radiale. Sa face profonde est formée par une lame fibreuse disposée en arcade de l'épitrochlée au radius, sous laquelle passent le nerf médian et l'artère humérale. Son bord radial répond au tendon du biceps et aux radiaux externes; son bord cubital au grand palmaire.

Le rond pronateur est un fléchisseur radial, sa tendance à la transformation fibreuse est en rapport avec l'absence presque totale des mouvements de pronation.

Grand palmaire (fig. XL, 17). — Le *grand palmaire* ou *fléchisseur radial du carpe* a une disposition régulière. Son corps charnu, prismatique triangulaire à base superficielle, s'insère sur l'épitrochlée entre le rond pronateur et les fléchisseurs des doigts. Il se termine

vers le milieu de l'avant-bras sur un tendon grêle qui suit la face interne du radius, longe dans une gaine spéciale la face palmaire du carpe, près du bord radial, et se fixe à la base du 2e métacarpien.

Le nerf médian croise la face profonde du muscle pour se placer à côté des fléchisseurs des doigts.

Le grand palmaire fléchit la main et, par l'abaissement du bord radial, la met en pronation forcée (Voir Extenseur du pouce, p. 267).

Fléchisseurs des doigts. — La masse des fléchisseurs des doigts, dont les portions tendent à se fusionner chez les animaux, présente chez le Cobaye la disposition suivante que Parsons a sommairement indiquée et qui lui est commune dans ses grandes lignes avec les autres Rongeurs.

Du sommet et du bord inférieur de l'épitrochlée naît un gros faisceau charnu dont la face profonde est tendineuse et qui se divise bientôt en quatre portions. La portion cubitale (fig. XL, 15) forme le *petit palmaire*; la portion moyenne ou portion principale (fig. XL, 16) forme le *fléchisseur perforant* des doigts. Entre ces deux portions on voit apparaître, vers le milieu de l'avant-bras, le *fléchisseur perforé* (fig. XL, 25). La portion radiale (fig. XL, 21) est une dépendance du fléchisseur perforant et s'unit à son tendon au niveau du carpe. Outre ces faisceaux d'origine humérale, on trouve après leur section deux faisceaux profonds d'origine antibrachiale dont les tendons s'unissent près de la main au tendon du fléchisseur perforant.

Petit palmaire (fig. XL, 15). — Partie intégrante du secteur moyen du pronato-flexor mass, le petit palmaire est uniquement épitrochléen chez le Cobaye. Il est d'origine olécrânienne chez d'autres Rongeurs (Octodon, Myopotamus), d'origine à la fois épitrochléenne et cubitale chez le Castor. Son corps charnu assez volumineux est rejeté vers le bord cubital de l'avant-bras et longe le cubital antérieur (XL, 14) dont le sépare un interstice qui s'étend jusqu'à la bandelette épitrochléo-olécrânienne et dans lequel on trouve le nerf cubital. Il n'est indépendant du fléchisseur profond qu'au niveau du tiers moyen de l'avant-bras. Devenu peu après tendineux, il croise superficiellement le tendon du cubital antérieur qui se place sur son bord radial, et se termine en se fixant sur le bord proximal du cartilage palmaire (fig. XLIV, 6). Les fibres s'épanouissent et atteignent d'une part le pisiforme, de l'autre le rudiment du 1er métacarpien.

Il fléchit légèrement la main.

Fléchisseur perforé (fig. XL, 25). — Le *fléchisseur perforé* se détache de la partie profonde du faisceau épitrochléen et apparaît vers le milieu de l'avant-bras entre le petit palmaire et le fléchisseur perforant. Le corps charnu, peu développé, se place au-devant du fléchisseur perforant et donne quatre, quelquefois trois tendons *filiformes* qui traversent la gouttière carpienne au-devant des tendons du fléchisseur perforant (fig. XLIV, 5). Ils se divisent, suivant le mode ordinaire, vers la racine des doigts, pour les laisser passer et se fixent à la base de la 2e phalange et aux sésamoïdes des articulations métacarpo-phalangiennes[1] (fig. XLIV, 13). Leur traction produit la flexion des doigts en extension.

Fléchisseur perforant. — Le *fléchisseur perforant* est formé par la réunion de quatre faisceaux musculaires : deux d'origine épitrochléenne, et deux d'origine antibrachiale. Le chef épitrochléen principal (fig. XL, 16) est un faisceau volumineux, qui occupe le milieu de la face de flexion de l'avant-bras et se termine près du carpe sur un fort tendon qui présente dans la gouttière carpienne un nodule fibro-cartilagineux.

Le chef épitrochléen accessoire (fig. XL, 21) est un faisceau fusiforme qui se détache du bord radial du faisceau principal et chemine entre ce dernier et le grand palmaire. Il devient tendineux vers le tiers inférieur de l'avant-bras et s'unit au tendon principal du fléchisseur perforant dans la gouttière carpienne. Des deux faisceaux profonds ou antibrachiaux, l'un, situé du côté *radial*, est penniforme, un peu plus gros et s'insère sur le radius, le cubitus et le ligament interosseux ; l'autre, situé du côté *cubital*, est semi-penniforme, plus long et se fixe au cubitus, à côté du cubital antérieur jusqu'à l'articulation radio-cubitale. Leurs tendons s'unissent, dans la gouttière carpienne, à la face dorsale du tendon principal.

Ce large tendon, unique aboutissant des quatre faisceaux qui composent le fléchisseur perforant (fig. XLIV, 1), se divise dans la paume de la main en quatre tendons destinés aux doigts (fig. XLIV, 14). Chez les Caviidés[2], pas plus que chez les Chinchillidés et les Dasyproctidés, on ne trouve pour le rudiment du pouce le petit

1. Parsons, *loc. cit.*, p. 267.
2. Parsons, *loc. cit.*, p. 267.

tendon que présentent quelques autres Rongeurs (Octodontidés). Les tendons digitaux, plats et résistants, traversent les boutonnières des tendons perforés, glissent dans le canal ostéo-fibreux de la face palmaire des doigts et s'insèrent à la dernière phalange.

Ils produisent la flexion énergique des doigts, et leur adduction par rapport à l'axe de la main.

Lombricaux (fig. XLIV, 15). — Les *lombricaux*, au nombre de trois, s'insèrent dans la bifurcation du tendon du fléchisseur perforant et se portent sur le bord radial des trois derniers doigts. Ils s'insèrent sur la 1re phalange et envoient une expansion au tendon extenseur correspondant.

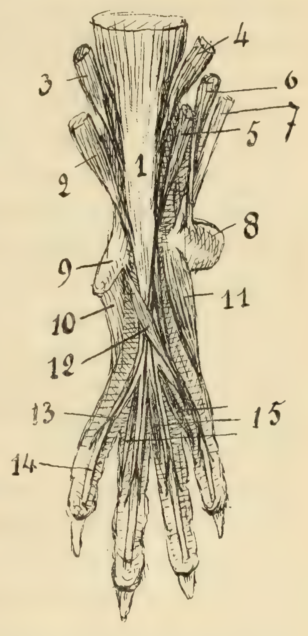


Fig. XLIV. — *Face palmaire de la main :* 1, Fléchisseur perforant; 2, son faisceau radial; 3, 4, ses deux faisceaux profonds; 5, Fléchisseur perforé; 6, Petit palmaire; 7, Cubital antérieur; 8, Cartilage cubital; 9, Rudiment du pouce; 10, Muscle du 1er doigt; 11, Court fléchisseur du 5e doigt; 12, Adducteur du 5e doigt; 13, Tendon du fléchisseur perforé; 14, Tendon du fléchisseur perforant; 15, 15, 15, Lombricaux.

S'il est aisé de voir dans l'insertion épitrochléenne du fléchisseur perforant le développement du faisceau anastomotique qui lui vient du fléchisseur sublime ou perforé, dans l'origine commune des fléchisseurs et l'union tendineuse des portions qui composent le fléchisseur perforant, la tendance à la fusion des diverses parties du pronato-flexor mass, s'il est possible de voir dans le muscle radial profond le fléchisseur propre du pouce et dans le muscle cubital profond les faisceaux cubitaux du fléchisseur perforant se rattachant tardivement à lui, il est plus difficile d'interpréter le faisceau du fléchisseur perforant (fig. XL, 21), qui se détache de son bord radial pour s'unir plus bas à son tendon. Sur tous les sujets examinés il présentait la même indépendance et la même terminaison. Parsons donne de lui une description analogue à la précédente, quand il dit que des quatre chefs qui forment le fléchisseur perforant, deux s'attachent au condyle interne. Pourrait-on avec quelque vraisemblance le considérer comme le fléchisseur de l'index? Ce muscle qui est isolé chez quelques Singes

(Gorille, Chimpanzé [1]), traduit un perfectionnement dont la main du Cobaye est bien éloignée. En tout cas, son indépendance fonctionnelle est nulle, et il est curieux de constater, en présence de la fusion complète des tendons, la tendance à la division des corps musculaires.

Cubital antérieur (fig. XL, 14). — Le *cubital antérieur* s'insère sur la face interne de l'olécrâne, qui est déprimée pour le recevoir, sur le tiers supérieur du bord postérieur du cubitus et de l'aponévrose antibrachiale (fig. XLIII, 8). Son insertion épitrochléenne manque chez le Cobaye, comme chez les Octodontidés, les Dasyproctidés, le Castor et le Spermophilus. Son extrémité supérieure répond à l'insertion du vaste interne, du dorso-olécranien et à la bandelette épitrochléo-olécranienne sur laquelle se fixent quelques-unes de ses fibres. Son bord radial longe le petit palmaire, dont le sépare un interstice dans lequel se trouve le nerf cubital. Il couvre le faisceau cubital profond du fléchisseur perforant. Il se termine vers le milieu de l'avant-bras sur un tendon assez large (fig. XLIV, 7) qui est croisé par le tendon du palmaire grêle (fig. XLIV, 6) et se fixe au bord supérieur du pisiforme.

Carré pronateur. — Le carré pronateur manque chez le Cobaye. D'après Parsons, ce muscle est généralement bien développé chez les Rongeurs, occupant le tiers, même la totalité de l'espace interosseux, plus étendu chez les Hystricomorphes que chez les Sciuromorphes.

Long supinateur. — Ce muscle est très variable chez les Rongeurs. Présent chez les Dipodidés, quelques Hystricidés, chez les Sciuromorphes (sauf le Castor), où il est le mieux développé, il fait défaut chez Hystrix cristata et Sphingurus (Hystricidés) : il est très rudimentaire chez Erethison epixanthus, tandis qu'il existe chez E. dorsatus. On ne saurait être étonné, après ces remarques de Parsons [2], de sa variabilité chez le Cobaye. Il est généralement absent; je l'ai cependant rencontré sur un sujet sous la forme d'un faisceau très grêle étendu de l'épicondyle à l'extrémité inférieure du radius.

Premier et second radial. — Les *muscles radiaux* (fig. XL, 19; XXVIII, 36) sont au contraire constants et bien développés. Ils ont

1. Testut, *loc. cit.*, p. 467.
2. *Loc. cit.*, p. 268.

une origine commune sur la face antérieure de l'épicondyle. Les deux corps charnus restent confondus jusqu'au tiers moyen de l'avant-bras et deviennent tendineux au niveau du tiers inférieur. Il est rare qu'ils puissent être séparés jusqu'à leur insertion supérieure. Ils échangent parfois des faisceaux charnus; sur un sujet, le 1er radial recevait un gros faisceau charnu du second. Leur bord cubital longe le brachial antérieur et le nerf radial, puis le rond pronateur.

Les tendons des radiaux sont souvent inégaux : ils descendent sur la face dorsale du radius, sont croisés par le tendon de l'extenseur du pouce (fig. XL, 24) et, après avoir suivi la gouttière spéciale qui est creusée sur l'extrémité inférieure du radius, se fixent au 2e et au 3e métacarpiens. Leur insertion siège non pas sur l'extrémité proximale de ces os, mais sur le milieu de leur face dorsale (Parsons). Plus exactement, chez le Cobaye, les insertions des radiaux sont voisines l'une de l'autre : celle du 1er radial se fait sur le dos du métacarpien près de son bord radial : elle envoie quelquefois une languette à la base de cet os. Celle du 2e radial se fait sur le bord radial du 3e métacarpien.

Les radiaux portent la main du Cobaye dans l'extension presque directe et méritent bien le nom d'extenseurs radiaux du carpe.

Extenseur commun des doigts (fig. XXVIII, 35). — L'*extenseur commun* des doigts naît de l'épicondyle au-dessous des radiaux. Son corps charnu suit le milieu de la face dorsale de l'avant-bras entre les radiaux et l'extenseur propre du petit doigt. Son tendon passe dans une gouttière profonde qui est creusée sur la face dorsale de l'extrémité inférieure du radius près de son articulation avec le cubitus et se divise à ce niveau en trois portions dont la distribution est variable suivant les espèces et même d'un sujet à l'autre.

Chez le Cobaye on peut rencontrer les dispositions suivantes. Le tendon situé du côté radial se subdivise et se rend au 2e et au 3e doigts : les deux autres tendons vont à chacun des deux derniers doigts. Les deux tendons situés du côté radial se subdivisent : le premier tendon se rend à l'index, les deux suivants s'unissent pour s'insérer au médius, les autres vont aux deux derniers doigts[1].

1. Autre type. Les trois divisions du tendon de l'extenseur se subdivisent : les deux doigts extrêmes ne reçoivent qu'un tendon, les doigts médians en reçoivent deux.

Quel que soit leur nombre, les tendons digitaux des extenseurs sont reliés entre eux par des expansions aponévrotiques et ont le même mode de terminaison qui a été bien décrit par Parsons.

Ces tendons se fixent sur les phalanges moyennes et distales : de plus, « de chaque côté de la phalange terminale il existe une forte bande élastique qui va de la tête de la phalange moyenne à la base de la phalange distale : elle sert à maintenir l'articulation distale du doigt dans un état permanent d'extension[1] ». Il faut ajouter que chacun de ces tendons envoie une expansion fibreuse à la base de la 1re phalange et aux parties latérales de la tête du métacarpien : il est également relié aux tendons des interosseux.

La traction de l'extenseur commun étend les doigts et les met dans l'abduction par rapport à l'axe de la main, puis elle étend la main sans renverser sensiblement les doigts sur le dos de la main.

Extenseur du petit doigt (fig. XXVIII, 34). — L'*extenseur du petit doigt* est bien distinct chez le cobaye[2] de l'extenseur commun derrière lequel il s'insère sur l'épicondyle et dont il suit le trajet sur la face dorsale de l'avant-bras : son volume est un peu plus faible que celui de l'extenseur commun ; son tendon naît un peu plus haut que celui de ce muscle. Il glisse dans une gouttière formée par le radius et le cubitus et se divise en deux portions qui passent sous les tendons de l'extenseur commun et se rendent avec ceux-ci aux deux derniers doigts. Le tendon du 5e doigt se termine comme celui de l'extenseur commun à côté duquel il est situé sur la face dorsale du doigt. Ces deux tendons ne s'unissent qu'à leur insertion sur la dernière phalange et se distribuent sur leur parcours à l'une des moitiés de cette face dorsale, le tendon de l'extenseur commun à la moitié radiale, celui de l'extenseur du petit doigt à la moitié cubitale. Le tendon du 4e doigt s'arrête à l'articulation métacarpo-phalangienne. Même action que l'extenseur commun : extension et abduction des deux derniers doigts.

Cubital postérieur (fig. XXVIII, 33). — Le *cubital postérieur* s'insère sur l'épicondyle derrière l'extenseur du petit doigt et sur la face externe de l'olécrâne. Son tendon, libre dès le milieu de l'avant-bras, passe dans la gouttière qui est creusée sur l'apophyse

1. Parsons, *loc. cit.*, p. 268.
2. Il est confondu avec l'extenseur commun chez Aulacodus. Parsons, p. 269.

styloïde du cubitus et s'insère sur la face dorsale de la base du 5e métacarpien.

Il produit l'extension et l'abduction de la main.

Court supinateur. — Le *court supinateur* se porte de la partie inférieure de l'épicondyle à la moitié supérieure de la face convexe ou d'extension du radius, qui en raison de la pronation permanente et forcée de l'avant-bras est dirigée en avant. Il n'a aucun enroulement autour du radius et sa contraction détermine la flexion de l'avant-bras. Comme les autres muscles en relation avec les mouvements de rotation du squelette de l'avant-bras, il est très réduit et ne conserve que son rôle de fléchisseur accessoire de l'avant-bras.

La couche profonde des muscles extenseurs comprend l'extenseur de l'index et l'extenseur du pouce. Le premier, très réduit, naît de la moitié supérieure de la face dorsale du cubitus et donne un tendon *filiforme* qui gagne le 2e doigt et se fixe à la base de sa 2e phalange, à côté du tendon de l'extenseur commun. Le second, mieux développé, s'insère sur les deux os et le ligament interosseux : il s'arrête sur le radius au-dessous du cours supinateur et s'élève un peu plus haut sur le cubitus. J'ai trouvé son corps charnu dédoublé, comme chez le castor : une portion représentant le court extenseur se fixait aux deux os, l'autre provenait seulement du cubitus et pouvait être assimilée au long extenseur. Le tendon terminal, toujours unique, croise obliquement les tendons des radiaux (fig. XXVIII, 37; XL, 24), l'extrémité inférieure du radius et s'insère au trapèze, envoyant parfois, comme je l'ai observé avec Murie et Mivart[1], une expansion à la base du 2e métacarpien. Il reste complètement étranger au rudiment du pouce.

Il contribue à mettre la main en extension : il agit surtout en relevant le bord radial quand celui-ci a été abaissé et mis en pronation forcée par le grand palmaire dont il est l'antagoniste. Les mouvements de pronation et de supination de la main ont pour siège non pas les articulations radio-cubitales, qui sont presque immobiles, mais l'articulation radio-carpienne, dont la laxité permet la rotation du carpe dans la mortaise radio-cubitale.

1. Murie et Mivart, *Proc. Zool. Society*, 1866, p. 383.

3° Main.

Les muscles de la main, tous situés sur la face palmaire, comprennent outre les lombricaux déjà décrits, les muscles du 1er et du 5e doigts (muscles du thénar et de l'hypothénar) et les interosseux.

L'*aponévrose palmaire* est peu importante. Son extrémité proximale se fixe au cartilage cubital palmaire : son extrémité distale est divisée en languettes qui laissent passer les tendons fléchisseurs et se fixent à la tête des métacarpiens. Elle adhère aux bords de la main et se continue avec un fascia dorsal assez résistant.

Comme chez Ceredon Rupestris, autre Caviidé décrit par Parsons, on trouve de chaque côté de la face palmaire de la main un petit muscle étendu des saillies du talon, rudiment du pouce et pisiforme, au 2e et au 5e métacarpien. Le 5e doigt reçoit de plus un muscle qui traverse obliquement la main.

Muscle du 1er doigt (fig. XLIV, 10). — Du bord inférieur du 1er métacarpien rudimentaire se détache une lamelle musculaire pâle, triangulaire, qui se fixe à la face antérieure du 2e métacarpien. De par les insertions, on peut voir dans ce muscle un adducteur du pouce atrophié, mais étant donnée la direction du 1er métacarpien qui se porte obliquement sous la paume de la main vers le bord cubital, la contractiou du muscle a plutôt pour effet l'abduction du pouce par rapport à l'axe de la main que son adduction.

Muscles du 5e doigt. — Ils sont au nombre de deux.

Le court fléchisseur du 5e doigt (fig. XLIV, 11) est étendu le long du bord cubital de la main, du bord inférieur du pisiforme à l'os sésamoïde externe et à la base de la première phalange. Il est plus fort que l'adducteur du pouce.

L'adducteur du 5e doigt (fig. XLIV, 12) est un petit muscle fusiforme qui naît de la base du rudiment du pouce près de son insertion carpienne et se porte obliquement vers la racine du 5e doigt en croisant superficiellement les tendons des fléchisseurs. Il se termine par un tendon grêle sur la gaine fibreuse du 5e doigt, au niveau de la base de la 1re phalange. Il est nécessaire, pour le voir, d'enlever ou de recliner le cartilage palmaire cubital.

Interosseux. — Après l'ablation des tendons qui remplissent la paume de la main, on met à nu huit petits faisceaux charnus

accolés deux à deux au-dessous de chaque métacarpien. Ils s'insèrent, en arrière, sur la seconde rangée du carpe, en avant sur les tubercules latéraux de la tête des métacarpiens et de la base des premières phalanges. Ils sont en connexion par des expansions fibreuses avec les tendons extenseurs.

Ils fléchissent les doigts en extension, sans aucun mouvement de latéralité. Ce sont les fléchisseurs qui produisent, par rapport à l'axe de la main, l'adduction des doigts et les extenseurs qui déterminent leur abduction.

V. — MUSCLES DU MEMBRE PELVIEN.

1° Muscles fessiers et pelvi-trochantériens.

Le grand fessier et le tenseur du fascia lata peuvent être considérés comme les segments d'un même muscle, le *deltoïde fessier*, qui est rarement complet. Ses diverses portions sont tantôt fibreuses, tantôt charnues. C'est ainsi que, chez l'homme, les portions extrêmes, grand fessier et tenseur du fascia lata, sont séparées par une aponévrose épaisse, véritable muscle atrophié, qui s'insère sur la crête iliaque et recouvre le moyen fessier. Chez le Cobaye, comme chez les autres Rongeurs, cette portion iliaque reste charnue, tandis que la portion postérieure se transforme en une lame fibreuse qui rattache le grand fessier aux épines rachidiennes.

Tenseur du fascia lata (fig. XXXVI, 10). — Si on accepte avec Leche [1] que le couturier peut se reconnaître à ses rapports avec le saphène interne qu'il recouvre et à son innervation qu'il reçoit du crural et non pas de l'obturateur comme le droit interne, ni du sciatique comme le tenseur du fascia lata, on est amené à admettre que ce muscle fait défaut chez Cavia cobaya, comme chez d'autres Rongeurs, Mus decumanus, Mus musculus, Dipus œgyptius, Arctomys Marmotta [2]. Le *tenseur du fascia lata* existe seul, formant une lame triangulaire placée de champ sur le devant de la cuisse et étendue de l'épine iliaque antéro-externe à la rotule. Elle s'insère sur l'épine iliaque antéro-externe à côté du grand fessier,

1. Bronn's Klassen, etc., lief. 42-43-44, p. 865.
2. Alezais. Contribution à la Myologie des Rongeurs, 1900, p. 221.

sur la partie la plus voisine de l'arcade fémorale et sur la moitié antérieure du bord inférieur de l'os iliaque entre le moyen fessier, auquel elle adhère, et le muscle iliaque. La portion antérieure, un peu épaissie, se fixe sur le milieu de la face antérieure de la rotule; la portion postérieure s'étale en éventail sur la face externe du quadriceps au devant du grand fessier et se perd sur le fascia lata.

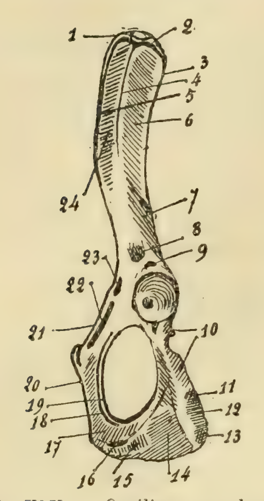


Fig. XLV. — *Os iliaque gauche du Cobaye : insertions musculaires.* Grandeur naturelle. — 1, Grand fessier et tenseur du fascia lata; 2, Moyen fessier; 3, Son insertion iliaque supérieure; 4, Son insertion iliaque moyenne; 5, Son insertion iliaque inférieure; 6, Petit fessier; 7, Son faisceau sciatique; 8, Droit antérieur, tendon direct; 9, Son tendon réfléchi; 10, Jumeaux pelviens; 11, Ischio-condylien; 12, Biceps; 13, Demi-tendineux; 14, Demi-membraneux; 15, Ischio-tibial; 16, Faisceau inférieur ou tendineux; 17, Faisceau supérieur de la portion fémorale du grand adducteur; 18, Petit adducteur; 19, Obturateur externe; 20, Portion postérieure du droit interne; 21, Sa portion antérieure; 22, Adducteur moyen; 23, Pectiné; 24, Scansorius; 25, Carré crural.

Grand fessier. — Le *grand fessier*, dont les vastes proportions caractérisent l'espèce humaine, est généralement très réduit dans les autres espèces.

Chez le Cobaye, il est mince et forme un plan triangulaire. Son bord antérieur s'étend de l'épine iliaque antéro-externe au milieu de la diaphyse fémorale, le bord postérieur longe verticalement le biceps, tandis que le bord supérieur, qui s'arrête au niveau de la symphyse sacro-iliaque, est rattaché aux épines lombo-sacrées et coccygiennes par une forte aponévrose, portion fibreuse du deltoïde fessier qui couvre le moyen fessier, les muscles spinaux et forme la partie postérieure de l'aponévrose lombo-sacrée. De leurs insertions sur l'épine iliaque et l'aponévrose lombo-sacrée, les fibres convergent, en croisant la face externe du quadriceps, vers un petit tendon aplati qui s'insère sur le milieu du fémur à la partie inférieure de la crête externe ou troisième trochanter [1].

Moyen fessier (fig. XLVI, 3). — C'est généralement chez les Rongeurs le muscle le plus volumineux de la région. Il forme, chez le Cobaye, une masse quadrilatère et épaisse dont la face superficielle, allongée d'avant en arrière, est recouverte par le grand fessier

1. Même insertion fémorale du grand fessier chez Ceredon Rupestris (Caviidé) et chez Sphingurus (Hystricidé). Parsons, *loc. cit.*, p. 282.

et l'aponévrose lombo-sacrée. Le bord antérieur, qui suit la crête iliaque, se prolonge au devant d'elle en coin, dans une dépression que limitent les faisceaux iliaque et spinal des muscles des gouttières. Le bord supérieur, taillé en biseau aux dépens de sa face profonde, s'accole aux muscles spinaux et arrive superficiellement

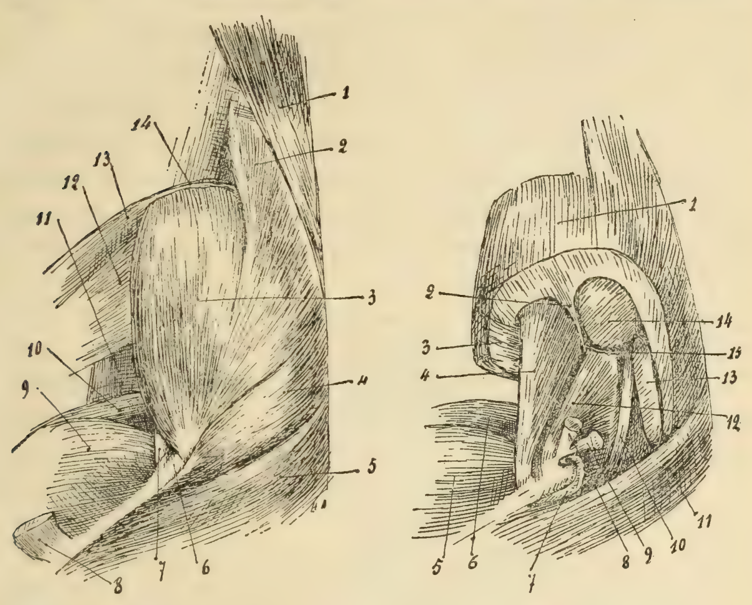


Fig. XLVI. — *Muscle moyen fessier gauche du Cobaye.* Grandeur naturelle. — 1, Sacro-lombaire; 2, Faisceau antérieur du moyen fessier; 3, Moyen fessier; 4, Faisceau postérieur du moyen fessier; 5, Biceps fémoral, chef sacré; 6, Grand trochanter; 7, Tendon du scansorius; 8, Tendon du grand fessier; 9, Vaste externe; 10, Droit antérieur; 11, Psoas iliaque; 12, 13, Tenseur du fascia lata; 14, Insertion iliaque du grand fessier.

Fig. XLVII. — *Muscles scansorius et petit fessier gauches du Cobaye.* Grandeur naturelle. 1, Moyen fessier; 2, Son insertion iliaque moyenne; 3, Son insertion iliaque inférieure; 4, Scansorius; 5, Vaste externe; 6, Droit antérieur; 7, Insertion trochantérienne du moyen fessier; 8, Tendon du petit fessier; 9, Tendon du pyramidal; 10, Nerf sciatique; 11, Biceps fémoral; 12, Faisceau sciatique du petit fessier; 13, Pyramidal; 14, Petit fessier; 15, Filet du sciatique se rendant à l'insertion iliaque moyenne du moyen fessier.

jusqu'à la crête sacrée. Le bord inférieur, épais, croise l'insertion iliaque du tenseur du facia lata et du droit antérieur. Le tendon du Scansorius apparaît sous le bord du muscle près du grand trochanter (fig. XLVI, 7). Le bord postérieur, oblique en bas et en arrière, est accolé au biceps et couvre le bord postérieur du pyramidal, qui ont l'un et l'autre la même direction que lui. Au fond et vers la partie moyenne de l'interstice qui sépare le moyen fessier du biceps, on trouve le nerf sciatique, dont l'obliquité en

arrière est encore plus marquée que celle de ces muscles et qui croise leur face profonde.

Les insertions du moyen fessier sont multiples : 1° face profonde de l'aponévrose lombo-sacrée, surtout en avant près de la crête iliaque et le long du rachis; 2° face externe de l'aponévrose spinale; 3° os iliaque et sacrum. Les insertions iliaques se font sur la crête iliaque derrière le grand fessier; sur la moitié antérieure du bord inférieur de l'ilion par une lamelle aponévrotique qui s'unit au tenseur du fascia lata; sur la partie supérieure de la face externe de l'os, au-dessus de la ligne horizontale supérieure. Cette insertion se prolonge en arrière sur le bord du sacrum. Entre les insertions iliaques supérieure et inférieure, le moyen fessier prend une insertion iliaque moyenne sur la partie antérieure de la ligne horizontale inférieure.

Par ses insertions sur la face externe de l'ilion, le moyen fessier limite deux loges parallèles, ouvertes en arrière, qui contiennent, l'inférieure le scansorius, la supérieure le petit fessier (fig. XLVII, 1, 2, 3). Celle-ci correspond à la surface osseuse qui est comprise entre les deux lignes horizontales, celle-là à la bande étroite de l'ilion qui, au-dessous de la ligne horizontale inférieure, se porte en dedans et regarde directement en bas.

Les fibres du moyen fessier forment plusieurs groupes.

1° Le faisceau postérieur (fig. XLVI, 4) comprend, avec les fibres spinales, des fibres qui naissent de la face profonde de l'aponévrose lombo-sacrée. Son bord antérieur n'est indiqué que par un interstice superficiel et se confond avec le reste du muscle. Toutefois, près du fémur il s'étale et ses fibres couvrent la face externe du grand trochanter pour se fixer sur le bord postérieur de cette apophyse. Les fibres profondes s'implantent directement sur l'os, les fibres superficielles se fixent par une série de 4 ou 5 petits tendons parallèles que l'on ne peut voir qu'en déplissant le muscle.

2° Le faisceau antérieur ou cunéiforme (fig. XLVI, 2), renforcé par de nombreuses fibres venant de l'insertion iliaque supérieure et de l'aponévrose spinale, s'enfonce sous le faisceau postérieur avec lequel il s'insère en majeure partie au bord postérieur du grand trochanter. Les fibres supérieures se terminent sur la lamelle qui va former le tendon moyen du muscle.

3° La portion principale (fig. XLVI, 3), née de la crête iliaque et de l'insertion iliaque inférieure, se termine en partie avec les

fibres inférieures du faisceau cunéiforme sur un fort tendon qui ne se dégage qu'au moment où il va s'insérer sur le bord supérieur du grand trochanter. Une bourse séreuse le sépare à ce niveau des tendons du petit fessier et du pyramidal. Il contracte quelques adhérences avec la partie antérieure du petit fessier. Le reste de ses fibres s'insère sur le bord antérieur du grand trochanter soit directement, soit par l'intermédiaire de deux languettes fibreuses, mais sur une moindre étendue que sur le bord postérieur.

4° Les fibres qui naissent de l'insertion iliaque moyenne et forment la cloison qui sépare les deux loges, donnent un petit faisceau indépendant qui se fixe à la face interne du tendon principal, à la partie antérieure du bord supérieur du grand trochanter.

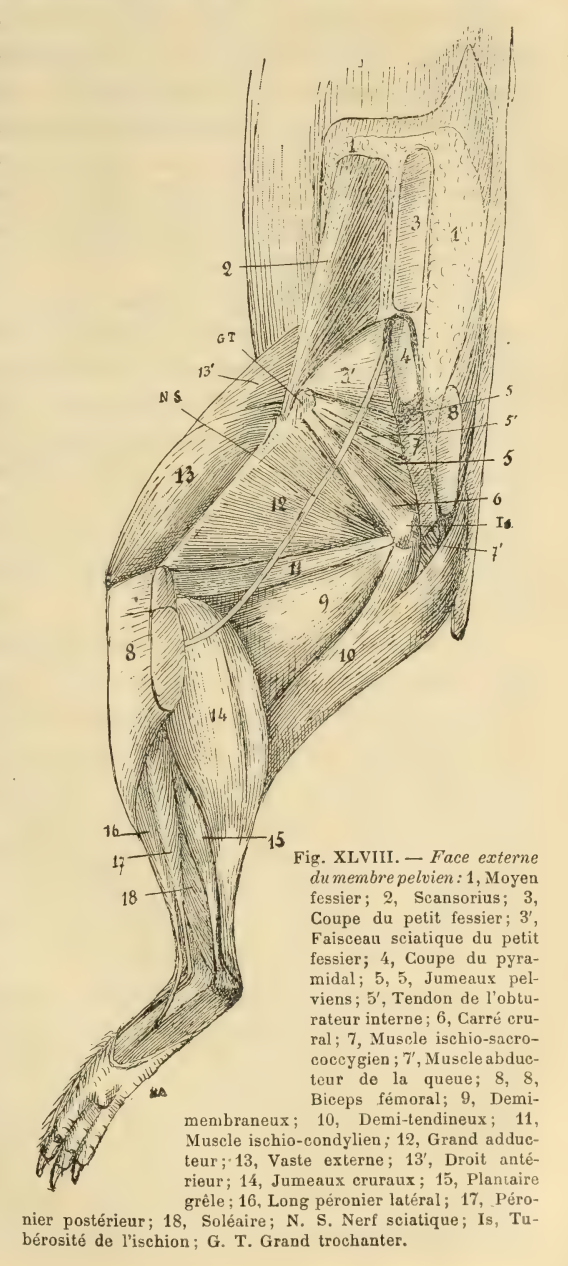


Fig. XLVIII. — *Face externe du membre pelvien :* 1, Moyen fessier ; 2, Scansorius ; 3, Coupe du petit fessier ; 3', Faisceau sciatique du petit fessier ; 4, Coupe du pyramidal ; 5, 5, Jumeaux pelviens ; 5', Tendon de l'obturateur interne ; 6, Carré crural ; 7, Muscle ischio-sacro-coccygien ; 7', Muscle abducteur de la queue ; 8, 8, Biceps fémoral ; 9, Demi-membraneux ; 10, Demi-tendineux ; 11, Muscle ischio-condylien ; 12, Grand adducteur ; 13, Vaste externe ; 13', Droit antérieur ; 14, Jumeaux cruraux ; 15, Plantaire grêle ; 16, Long péronier latéral ; 17, Péronier postérieur ; 18, Soléaire ; N. S. Nerf sciatique ; Is, Tubérosité de l'ischion ; G. T. Grand trochanter.

En résumé les fibres du moyen fessier convergent vers le grand

trochanter et s'insèrent en fer à cheval sur ses bords antérieur, supérieur et postérieur. Elles se fixent sur le sommet du trochanter par l'intermédiaire d'un tendon nacré qui naît dans l'épaisseur de la portion moyenne du muscle. En avant les fibres s'implantent soit directement, soit par l'intermédiaire de deux languettes fibreuses : en arrière, leur implantation est directe. De plus, quatre ou cinq languettes tendineuses viennent s'insérer sur la face externe du grand trochanter et descendent jusqu'à la partie supérieure de la crête externe (fig. LIII, 1, 2, 2).

Petit fessier. — Le *petit fessier* présente deux portions : la portion *antérieure* ou *iliaque*, recouverte par le moyen fessier, s'insère sur la face externe de l'os iliaque entre les deux lignes horizontales (fig. XLV, 6). Elle est épaisse, triangulaire, et ne peut être étudiée qu'après la division du corps charnu du moyen fessier. Ses fibres obliques en arrière et en bas se réunissent sur un tendon qui suit le bord inférieur du muscle et s'insère à la partie supérieure de la face interne du grand trochanter. Il s'unit au tendon du pyramidal et contracte en avant des adhérences avec le tendon du moyen fessier (fig. XLVII, 8).

La portion *postérieure ou sciatique* (fig. XLVIII, 3′, et fig. XLVII, 12), mince et triangulaire, est recouverte par le pyramidal. Son bord supérieur s'insère sur l'os iliaque le long de l'échancrure sciatique et répond au nerf sciatique. Le bord postérieur est accolé au jumeau antérieur; le bord antérieur est séparé de la portion iliaque du moyen fessier par un interstice dans lequel chemine le filet que le nerf fessier supérieur envoie au moyen fessier. La face profonde est appliquée sur la capsule coxo-fémorale. Les fibres convergent vers le bord antérieur du grand trochanter et se fixent sur le tendon du petit fessier près de son insertion.

Le Scansorius, 4e *fessier de Haughton*, *petit fessier antérieur* ou *marginal* (Testut), *épiméral* (Strauss-Durkheim), est souvent confondu avec le petit fessier : il en est distinct chez un certain nombre de Rongeurs, Cavia Cobaya, Ceredon Rupestris, parmi les Caviidés, chez les Dipodidés, les Dasyproctidés [1].

Il s'insère, chez le Cobaye, sur la portion étroite de la face externe de l'ilion qui est comprise entre le bord inférieur de l'os et la ligne horizontale inférieure. Il s'étend depuis le voisinage

1. Parsons, *loc. cit.*, p. 283.

de l'épine iliaque antéro-externe jusqu'au tubercule du droit antérieur (fig. XLV, 24). Quelques fibres viennent de l'aponévrose du moyen fessier qui s'insère sur le bord inférieur de l'os et le sépare du muscle iliaque. Il est complètement enveloppé par le moyen fessier, dont l'insertion sur la ligne horizontale de l'os iliaque le sépare du petit fessier.

Le corps charnu, allongé, semi-penniforme (XLVIII, 2), plus gros que le petit fessier, croise par ses dernières fibres la partie antérieure de la capsule coxo-fémorale et se jette sur un tendon nacré qui suit son bord inférieur. Le tendon terminal passe en dehors du droit antérieur et du vaste externe (XLVIII, 13, 13′), au-dessous du tendon du petit fessier. Une fois dégagé du bord inférieur du moyen fessier, il se fixe sur un tubercule saillant (fig. L, B, 32), le *tubercule du scansorius*, qui est situé à la base du grand trochanter, sur la face antérieure du fémur.

(*A suivre.*)

ACTIONS MUSCULAIRES ET LIGAMENTEUSES

PRÉPOSÉES AU MAINTIEN DE LA STATION DEBOUT

ET DEVENANT DES INTERMÉDIAIRES INDISPENSABLES DANS L'UTILISATION DES FORCES LOCOMOTRICES CHEZ LE CHEVAL

Par P. Le HELLO

Professeur à l'École des haras.

Pendant la station, les colonnes locomotrices ont simplement pour rôle d'étayer le tronc, et cependant cette intervention ne laisse pas d'être déjà assez complexe.

Le pont vertébral dorso-lombaire supporte les viscères thoraciques et abdominaux. Il s'affaisserait sous cette action, si des influences ne venaient interposer leur concours.

Dans le train antérieur, il y a certainement lieu d'invoquer l'effet du balancier constitué par la tête et l'encolure (balancier céphalo-cervical), comme agent limitateur de l'abaissement de la tige solide qui sépare les deux paires de membres.

Le poids de la tête tendant à faire baisser l'extrémité antérieure de l'encolure, cette puissance est reportée par le ligament cervical aux apophyses épineuses qui forment la base du garrot — celles des premières vertèbres dorsales. La tension en ce sens du ligament sur-épineux dorso-lombaire se trouve dès lors expliquée.

Dans ces rapports réciproques, le membre antérieur se présente comme le point d'appui du levier constitué par la tige dorsale et une partie du poids du corps, d'une part, et par la tige cervicale et le poids de la tête, d'autre part.

Le concours qu'apporte l'arrière-train au maintien de la rigidité du dessus, suppose l'introduction d'un levier analogue, comprenant l'effort des muscles qui vont de l'ischium au tibia et au fémur (ischio-tibiaux) et l'ischium, d'un côté, et la tige ilio-lom-

baire, complétée par le ligament sus-épineux lombo-dorsal, avec le poids général, de l'autre côté.

Les apophyses épineuses des vertèbres dorsales et lombaires ont, dans les quadrupèdes, une direction qui les rend propres à remplir la fonction que nous leur reconnaissons. Ce caractère sort par cela même de l'importance secondaire et purement descriptive que lui accordent les anatomistes.

Pendant les mouvements, l'ordre général des interventions ne saurait être changé. Il y a seulement une accentuation des efforts des puissances vers lesquelles une portion plus ou moins grande du poids du tronc se trouve reportée.

Dans l'étude des allures, il est prouvé que le train postérieur peut agir isolément, pour établir le soutènement destiné à combattre l'influence de la gravitation sur la substance constitutive du tronc. La déviation de l'axe dorso-lombaire sous forme de voussure semble alors inévitable, en l'absence du concours de l'ilio-spinal.

L'intervention de ce dernier appareil dans le relèvement de la tige cervicale est du reste également très intéressante. A l'encontre de l'opinion reçue, on y trouve les conditions du soutien de la tête, par un effet en majeure partie indépendant de celui du ligament cervical et des muscles de la région cervicale supérieure, auxquels revient plutôt l'extension de l'angle céphalo-cervical.

*
* *

Les procédés suivant lesquels se réalise le rôle de support qui revient aux colonnes locomotrices, lors de la station et des mouvements, n'ont pas encore été précisés.

A l'unanimité, les auteurs acceptent les vues émises par A. Goubaux et G. Barrier, relativement à la superposition sur une même verticale des centres plantaires et des lieux moyens des attaches des membres au tronc. Et pourtant cette assertion purement gratuite ne supporte pas une analyse tant soi peu approfondie.

Qu'on établisse, en effet (fig. 1), sur des sujets harmonieusement conformés, les centres de fixations des colonnes locomotrices au corps, et que, sur les photographies prises après ces préparations, on joigne les points ainsi déterminés aux extrémités distales ou plantaires. Les lignes obtenues se montreront obliques en avant pour le train antérieur et en arrière pour le train postérieur.

Il est au surplus possible de rectifier à l'autopsie les dispositions qui n'ont pu qu'être approximativement tracées chez l'animal vivant. A cette fin, nous implantons des broches aux endroits regardés comme les centres probables de l'attache sur le tronc; il est dès lors facile d'établir les compensations utiles au moment de la dissection.

La régularité des intersections squelettiques au niveau du bras et de la jambe, par le passage des grands axes des membres, présidant à l'obtention d'une détente suivant cette direction géné-

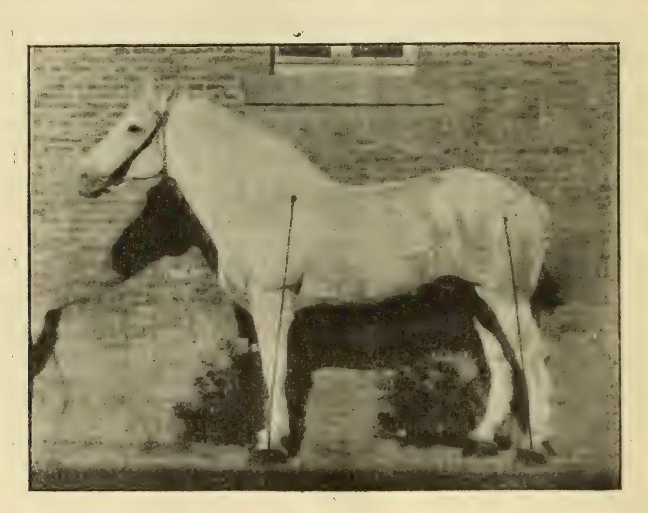


Fig. 1.

rale, idée également accréditée par A. Gombaux et G. Barrier, nous paraît une conception erronée.

Des irrégularités existent déjà au moment de la station — on en saisira parfaitement dans la figure 1, — et elles deviennent beaucoup plus visibles pendant l'exécution des mouvements, comme le prouvent les figures 4, 5, 6 et 7 de notre relation de septembre-octobre 1899.

Pour saisir le sens où se trouve la détermination de données positives à cet égard, il faut envisager les homologies fonctionnelles existant entre les deux paires de membres, telles que nous les avons signalées dans le numéro de janvier-février 1895. Rappelons que les articulations des extrémités supérieures — l'angle de l'épaule et la rotule — s'avancent notablement devant les axes

généraux et s'ouvrent en arrière, tandis que celles qui se trouvent aux régions moyennes et inférieures — le coude et le boulet au train antérieur, le jarret et le boulet au train postérieur — offrent des dispositions inverses : elles restent en arrière des lignes directrices générales et s'ouvrent en avant.

Les angles supérieurs sont les points d'application des forces locomotrices essentielles — les pectoraux et les ischio-tibiaux.

L'écartement des os qui s'opposent au niveau de l'angle scapulo-huméral paraît à première vue devoir se produire sous l'influence de l'action des muscles de la région axillaire sus-désignés; l'analyse apprend vite, toutefois, que les scapulo-olécraniens peuvent synergiquement limiter cette ouverture et appuyer fortement le pied sur le sol.

Les ischio-tibiaux-fémoraux n'opèrent pas, par rapport aux grands axes des colonnes locomotrices postérieures, dans une direction aussi perpendiculaire que les pectoraux pour celles de devant. La plupart d'entre eux ont, d'autre part, leurs points d'insertions assez éloignés du centre articulaire fémoro-tibial, et deviennent ainsi visiblement propres à établir la fermeture de cette jointure, plutôt que son ouverture : c'est là, certainement, que réside la raison d'être du grand développement du triceps.

A part ces différences, on trouve que, comme pour les membres thoraciques, l'ouverture de l'angle fémoro-tibial commande l'extension du levier calcanéo-métatarsien, dont résulte l'appui du pied postérieur sur le terrain où s'effectuent les déplacements.

Somme toute, il est ainsi prouvé que si la régularité des intersections des pièces squelettiques des colonnes locomotrices, par le passage de leurs grands axes, n'existent pas, on n'est pas malgré tout autorisé à conclure que la forme qu'elles prennent est indifférente. Car il ne saurait être contesté, d'après ce qui précède, que les rapports réciproques des angles supérieurs — de l'épaule et de la rotule — et inférieurs — coude ou jarret et boulet — doivent entretenir des subordinations assez précises, dont l'absence entraînerait nécessairement la surcharge de certains d'entre eux.

Les limites où doivent se maintenir ces relations ont été enseignées par l'observation : elles sont données par les dispositions qui assurent le mieux la résistance à l'usure. Depuis la fin du siècle dernier, où Bourgelat les a tracées, ces règles sont restées inattaquables; en voici les principales bases :

1° La verticale qui longe la pointe de l'épaule, en avant, doit être parallèle au profil du canon et tomber un peu en avant de la pince;

2° La verticale qui passe en arrière de la pointe de la fesse doit rencontrer la pointe du jarret et suivre le profil postérieur du canon.

Sans sortir de ce cadre, une certaine latitude peut être accordée aux variations des rayons inclinés, tels que le bras, la jambe, les paturons. Il est seulement imposé que ces mutations soient corrélatives.

On est aussi porté à se demander si le report de l'extrémité supérieure de l'épaule en arrière — qui rapproche l'attache des colonnes locomotrices antérieures au tronc du centre de gravité — peut modifier la répartition du poids général sur les membres.

Afin que cette question fût définitivement tranchée, j'ai pesé comparativement les trains antérieurs et postérieurs de chevaux à épaules très horizontales et de chevaux dont les épaules étaient redressées. Les différences obtenues dans l'un et l'autre cas n'ont pas été appréciables.

D'où la conclusion importante que la répartition du poids de la masse se fait d'après les distances qui séparent la verticale du centre de gravité des verticales passant par les centres d'appui des colonnes locomotrices.

*
* *

Il y a une trentaine d'années Ch. de Sourdeval écrivait, dans le *Journal des haras*, qu'un certain manque de rigidité apparaît toujours dans le dessus du cheval qui mange à un ratelier élevé et qu'il est possible d'obtenir une amélioration des défauts de cet ordre en distribuant la nourriture à la surface du sol. Cette remarque dénote une sagacité d'observation qui fait honneur au praticien qui l'a émise.

Les effets du poids de la tête, provoquant le déplacement en avant des apophyses épineuses des premières vertèbres dorsales, par l'intermédiaire du ligament cervical, ont été signalés d'une façon très explicite par Zschokke[1]. L'interprétation de la participation afférente à l'arrière-train, relativement au soutien de la ligne

1. *Weitere Untersuchungen über das Verhältniss der Knochenbildung*, Zurich, 1892.

supérieure du corps, et la détermination du rôle de l'ilio-spinal manquent seules à cet auteur.

Du reste, Zschokke s'est aussi le premier inscrit en contradiction avec les idées admises depuis A. Goubaux et G. Barrier, en ce qui concerne la disposition des axes des membres antérieurs pendant la station. Comme nous il admet que la direction de ces lignes directrices va du pied à l'attache scapulaire du grand dentelé; il commet seulement une erreur lorsqu'il prétend (fig. 2) que les deux points extrêmes ainsi considérés se superposent sur une verticale.

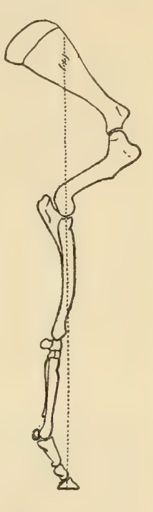


Fig. 2. — Empruntée à la publication de Zschokke.

Remarque. — On observera que la longueur de l'ischium, augmentée de l'épaisseur des pointes supérieures des ischio-tibiaux, dépasse d'un tiers au moins la longueur de l'axe du paturon, prolongé jusqu'au niveau du profil postérieur des tendons fléchisseurs des phalanges et du pied.

Ceci prouve, d'une façon absolument indiscutable, mathématiquement en quelque sorte, que les grands axes des membres postérieurs sont inclinés d'avant en arrière quand les aplombs sont réguliers. Il faut en effet — l'ischium restant à peu près horizontal et le paturon se rapprochant de l'obliquité à 45° — que l'articulation coxo-fémorale soit reportée bien plus en avant que le centre plantaire, pour que la verticale de la pointe de la fesse puisse correspondre au profil postérieur du boulet.

RECHERCHES EMBRYOLOGIQUES

SUR

LES CYCLOCÉPHALIENS

Par Étienne RABAUD
Docteur en médecine et Docteur ès sciences.

(*Suite* [1].)

C. *Epiphyse*. — L'existence de l'épiphyse n'a été signalée qu'une seule fois chez un fœtus cyclope. Pour ma part, jai observé un seul cas, qui puisse être considéré, avec certitude, comme possédant une glande pinéale en voie de formation.

Le premier exemple embryologique connu est l'exemple relaté par G. Saint-Rémy; il nous montre deux ébauches latérales et ventrales, situées de part et d'autre de la ligne médiane et qui seraient, chacune, la moitié de la glande totale. Ce cas est très différent de celui que rapporte Phisalix, où la glande pinéale, impaire et médiane, occupait sa place habituelle. Le cerveau de l'embryon de Saint-Remy est une lame plane dans toute son étendue, jusqu'à la région du cervelet et des tubercules quadrijumeaux; les formations pinéales apparaissant, elle apparaissent nécessairement à la place et dans l'état indiqué. La lame plane, nous l'avons vu, représente en effet, tout le cerveau; la voûte épibolique qui se développe plus tard est surajoutée, elle ne prolifère que très rarement, elle ne peut, en aucune façon, donner naissance aux organes dorsaux habituels de l'encéphale.

Cela est si vrai, que le seul cas où la glande pinéale a été signalée et représentée avec sa situation médiane et dorsale, est le cas du

1. Voir le *Journal de l'Anat. et de la Physiol.* du 15 juillet, du 15 septembre 1901 et du 15 janvier 1902.

fœtus, dont l'encéphale n'a subi l'évolution cyclocéphalienne que dans la région du prosencéphale. Tout ce qui est en arrière provient d'un axe nerveux normal, ayant parcouru la série des phases ordinaires; la glande pinéale en particulier s'est différenciée à sa place et avec ses caractères distinctifs.

En résumé, pour ce qui est de l'épiphyse, les faits anatomiques ne se relient pas aux faits embryologiques, — mais loin d'être en opposition, ils se complètent mutuellement.

Les premiers nous apprennent quel est le sort de l'épiphyse, quand le processus cyclocéphalien reste limité à la partie antérieure de l'encéphale; — les seconds nous indiquent ce que doit être cet organe, quand il naît sur un encéphale dont la vésicule cérébrale antérieure tout entière est affectée du processus monstrueux : dans le premier cas l'épiphyse est normale; dans le second elle est dédoublée.

CHAPITRE II

Les yeux et l'appareil nasal.

1. Les formations oculaires.

L'étude comparative des organes visuels embryonnaires et adultes va nous montrer une concordance aussi parfaite que celle que nous avons rencontrée précédemment pour l'encéphale et ses dérivés immédiats. Ici encore l'hypothèse joue un rôle accessoire, les faits parlent par eux-mêmes.

A. *Deux yeux indépendants.* — a). *Globes oculaires.* — La comparaison mérite à peine d'être faite pour les Cébocéphales : les yeux, nés séparément, restent séparés durant toute l'existence.

Conservent-ils chez le nouveau-né la distance à laquelle ils se trouvaient l'un de l'autre chez l'embryon? Nous avons montré que les globes oculaires ne trahissaient aucune tendance à opérer un mouvement convergent; toutefois, il est légitime d'admettre qu'il se produit un léger rapprochement au cours de l'évolution individuelle, comme cela se produit chez l'être normal. Ce mouvement est dû à l'action de plusieurs facteurs, tout particulièrement aux phénomènes qui aboutissent à l'achèvement de la face. Le déplacement effectué a simplement pour résultat de diminuer d'une

très petite quantité la distance de séparation, elle ne peut aboutir à créer une coalescence entre les deux organes similaires.

L'absence de cristallin a été signalée aussi bien chez l'adulte que chez l'embryon. Nous savons que cette absence est un fait primitif et non le résultat d'une dégénérescence secondaire.

b). *Annexes de l'œil et paupières.* — Le jeune âge des embryons soumis à mon examen ne m'a pas permis d'obtenir des indications touchant la genèse des paupières. Toutefois, en procédant par analogie, il est possible d'expliquer les dispositions que l'on observe chez les fœtus nouveau-nés, c'est-à-dire le rapprochement plus ou moins accentué sur la ligne médiane, ou même la coalescence des quatre voiles palpébraux.

Ces derniers n'ont vraisemblablement obéi à aucune action mécanique tendant à diminuer leur distance d'écart ou à provoquer leur soudure et leur fusion; ils occupent, à l'état adulte, la place qu'ils ont occupée d'emblée, au moment de leur apparition. Nous ne pouvons pas admettre que l'attraction surnaturelle, dont l'influence n'entre point en jeu pour rapprocher les deux yeux, se fasse sentir tout à coup pour amener les paupières les unes vers les autres.

Nous avons constaté aussi, que le cristallin se différencie vis-à-vis de la rétine correspondante, au lieu d'émigrer de la région ectodermique latérale, qui devrait normalement lui donner naissance, vers l'ectoderme ventral en regard duquel se trouve la rétine. Tout se passe comme si les éléments ectodermiques subissaient de la part de la rétine une influence capable de déterminer la différenciation de fibres cristalliniennes.

N'est-il pas rationnel de penser, qu'il se produit pour les paupières un phénomène du même ordre? Comme le cristallin, ces membranes se forment sur place; s'il arrive que les deux yeux sont très voisins l'un de l'autre, les paupières, à leur tour, empiètent mutuellement l'une sur l'autre, elles ont un champ commun de formation, champ commun dont l'étendue est essentiellement variable. Ainsi s'expliquent très naturellement les aspects divers observés chez les Cyclopes nouveau-nés.

Les constitutions diverses des orbites ne soulèvent pas de grandes difficultés d'interprétation.

Lorsque les deux yeux sont séparés par une distance suffisante, ils laissent entre eux toute la place nécessaire à la formation des

parois de deux orbites distinctes. Il est facile de concevoir qu'il existera tous les états possibles entre ces orbites indépendantes et l'orbite unique enveloppant deux yeux.

Dans ce dernier cas, la paroi de l'orbite renferme, en partie, les éléments de deux orbites ; ce qui manque, ce sont les pièces composant d'ordinaire la charpente de la moitié interne de chaque cavité. Cela s'explique par ce fait, que les yeux étant très rapprochés sur la ligne médiane et en contact plus ou moins immédiat, il n'y a pas eu entre eux un espace suffisant, pour laisser pénétrer la quantité de substance conjonctive indispensable à la différenciation ultérieure de l'os, de la sclérotique et de la choroïde. Celle-ci s'étant constituée, il n'est point resté de matériaux pour la constitution des deux autres. Toutes les fois que les yeux ne seront pas en contact absolu, il se glissera entre eux une cloison conjonctive, d'épaisseur variable suivant l'écart des globes ; — il pourra dès lors s'établir une cloison osseuse mince ou épaisse, complète ou incomplète, mais toujours d'un seul bloc, représentant les deux parois internes confondues.

Ces divers états correspondent à la réalité; la plupart ont été décrits; je ne doute pas que tous ne se rencontrent un jour. Remarquons que, d'une façon générale, il existe constamment une partie de la paroi interne, celle qui correspond au sommet de la pyramide orbitaire et au trou optique. Cette partie, en effet, est située assez en arrière des globes oculaires; elle ne peut être gênée que par la présence des deux nerfs optiques formant entre eux un angle plus ou moins aigu. Dans cette région, il existe presque nécessairement tout le matériel indispensable à la constitution de l'os.

La disposition des muscles de l'œil, dans le cas d'un orbite unique enveloppant deux yeux indépendants, s'explique aussi très simplement. Tous les muscles sont quelquefois distincts; il peut se faire, aussi, que les droits internes soient confondus en une seule masse. Il serait absurde d'invoquer ici la coalescence de deux organes primitivement distincts, alors que cette coalescence ne se produit pas pour le reste de l'œil et de ses annexes; il s'agit encore, en l'espèce, d'une formation massive.

Par ces considérations, plus hypothétiques en apparence qu'en réalité, nous comblons logiquement la lacune laissée par nos recherches. Celles-ci nous ont donné une base solide d'interpréta-

tion; celle que nous proposons est, semble-t-il, la seule que l'on puisse sainement admettre.

B. *Œil unique et œil double.* — Pour ce qui est des Cyclopes proprement dits, nous possédons tous les éléments nécessaires pour relier les stades embryonnaires jeunes à l'état adulte.

Tous les auteurs ont décrit l'œil unique, en partant de l'idée préconçue que cet œil représentait deux yeux fusionnés; tous ont vu — ou ont cru voir — l'indication de cette dualité primitive dans la présence de deux cornées, de deux iris, de deux cristallins; parfois, cette indication assez problématique se réduit à la dualité des paupières. La question n'est peut-être pas aussi simple.

L'examen des embryons nous a appris qu'il est des Cyclopes, dont l'œil unique est constitué par les éléments d'une seule rétine; l'autre rétine s'est différenciée, mais elle a presque aussitôt cessé de s'accroitre. Que devient-elle? nous ne possédons aucun fait qui nous permette de répondre à cette question en toute certitude. Sans doute, elle subit une évolution régressive, elle disparaît ne laissant après elle aucun vestige de son passage dans l'organisme.

Quoi qu'il en soit, l'existence d'un type Cyclope caractérisé par un œil réellement simple est un fait positif, contre lequel il est impossible d'élever la moindre objection sérieuse. A ce type, appartiennent sans contredit les individus adultes, dont l'organe visuel est simple en toutes ses parties.

Au même type appartiennent également certains sujets, qui possèdent des parties accessoires doubles : paupières, cristallin, cornée, etc. Nous savons, en effet, que le cristallin correspondant à la rétine atrophique peut se différencier vis-à-vis de la rétine principale. Il est à penser que des actions corrélatives provoquent aussi l'apparition soit d'une cornée et d'un iris doubles, soit de deux cornées et deux iris distincts. Quant à la production de paupières multiples, presque constante dans la famille entière des Cyclocéphaliens, elle relève nécessairement de la même cause.

Ces phénomèmes de corrélation ne sauraient être révoqués en doute; pour l'un d'eux la preuve est faite.

L'aspect extérieur n'indiquera pas évidemment, si le globe oculaire renferme une seule rétine; l'examen anatomique décidera en dernier ressort; il permettra de dire si le monstre considéré possède un seul œil avec une ou plusieurs parties *accessoires* du second, ou s'il possède au complet les deux yeux. Dans tous les

cas, on ne peut inférer, par l'aspect extérieur, de la dualité ou de la simplicité, comme on le croit communément.

Les dissections attentives de Phisalix nous mettent en mesure d'affirmer que l'on peut discerner avec certitude, si un globe oculaire renferme les éléments de deux rétines ou d'une seule. Nous avons vu comment se développe la rétine double, elle résulte d'une formation massive et non d'une fusion secondaire ; à chaque rétine correspond un cristallin, ou bien il se forme un seul cristallin, renfermant ou non la substance de deux.

Or, la rétine double conserve chez l'adulte la marque évidente de son origine. Voici comment s'exprime Phisalix au sujet de l'œil d'un chien cyclope : « Après qu'on a ouvert le globe de l'œil, suivant un méridien horizontal, et enlevé la calotte supérieure, la rétine détachée de la choroïde reste complètement isolée dans la cavité oculaire. Au lieu d'une rétine unique et continue, on trouve deux cornets dont les sommets s'insèrent en arrière, de chaque côté de la cupule optique et qui divergent en avant en angle aigu »[1]. Plus loin, au sujet d'un mouton cyclope, le même auteur écrit : « Le globe de l'œil est à peu près sphérique. Au devant du nerf optique, sa surface est déformée par une petite tumeur irrégulière et dépressible qui correspond à une fossette interne. La sclérotique est moins résistante, et il s'est produit là comme une hernie sous la pression des milieux internes[2]. »

Dans le premier cas, la duplicité rétinienne est d'une netteté parfaite; les deux membranes sont d'importance à peu près égale; leur disposition relative est très sensiblement celle que nous avons observée chez les embryons. A chacune d'elles correspond un cristallin, celui de droite moins volumineux que celui de gauche, — fait en concordance avec l'une de nos observations.

Dans le second cas, la duplicité n'est pas aussi évidente; j'aurais été tenté de considérer cet œil comme simple sans la présence d'une « hernie » de la paroi. — La pression des milieux internes, invoquée par Phisalix, sans être impossible en soi, me paraît au moins problématique; peut-être est-il plus vraisemblable de penser, que l'une des parties de la rétine double est beaucoup moins développée que l'autre, qu'elle est réduite à une fossette de petites

1. C. Phisalix, *loc. cit.*, p. 74.
2. C. Phisalix, *loc. cit.*, p. 91.

dimensions. Cette fossette, d'ailleurs, est irrégulière, ce qui donne quelque force à ma manière de voir et n'est pas précisément en accord à l'hypothèse d'une tumeur par distension.

En outre, l'œil considéré possède deux cristallins. Ceci ne constitue certainement pas une preuve formelle; la dualité cristallinienne ne prend une valeur, que parce qu'elle coïncide avec la constitution singulière de la rétine.

Au surplus, la discussion n'a qu'une importance secondaire; il nous suffisait de montrer que la duplicité rétinienne se révèle chez l'adulte, — que si elle ne se retrouve pas, c'est que la membrane est simple, sa congénère ayant disparu.

Il s'agit dans tout cela de la rétine seule et non du globe oculaire lui-même. Que la rétine soit simple ou double, la choroïde et la sclérotique sont des menbranes lisses, tout d'une pièce, sur leurs deux faces; elles ne forment point de crête s'insinuant dans les replis rétiniens de l'œil double. Phisalix dit expressément que la choroïde est indiquée par une couche pigmentaire peu abondante, appliquée à la face profonde de la sclérotique [1]; il n'est pas fait mention d'une sinuosité quelconque; ce silence, de la part d'un observateur aussi précis, équivaut à une négation.

Or, étant donné le mode de développement de l'œil double tel que nous l'avons observé et décrit, il devait en être ainsi. On n'a pas oublié, en effet, que le seul feuillet qui forme un repli est le feuillet invaginé. Le feuillet externe, attenant au pédicule optique, forme une calotte sphérique continue, appartenant par moitié aux deux yeux conjoints. C'est sur elle que viennent se mouler ultérieurement les tissus conjonctifs choroïdien et sclérotical; comme elle ne présente aucun repli, aucune dépression, la surface de contact des enveloppes et de cette calotte externe est absolument lisse; aucune parcelle de tissus ne peut pénétrer dans les replis de la membrane visuelle interne, puisque ces replis sont masqués par la membrane externe. L'unité de la sclérotique et de la choroïde est donc un fait primitif.

Et cette disposition serait un argument nouveau, s'il en était besoin, pour démontrer qu'un tel œil double ne provient pas de deux organes distincts à l'origine. S'il en était ainsi, on devrait retrouver entre les replis rétiniens, des éléments conjonctifs empri-

1. C. Phisalix, *loc. cit.*, p. 74.

sonnés au moment où se serait produit le contact, puis la fusion. En outre, la surface externe du globe conserverait probablement, sous une forme ou sous une autre, la cicatrice de soudure. Nous ne trouvons rien de tout cela, il est légitime de voir dans la disposition adulte, conséquence d'un processus embryonnaire indiscutable, une preuve nouvelle à l'encontre de la théorie de la fusion secondaire.

Il est une disposition, que je n'ai point rencontrée, qui n'a point été décrite d'une façon positive, mais qu'il est cependant permis de concevoir, a priori, comme pouvant entrer dans la constitution d'un œil double.

Supposons que deux rétines indépendantes, suspendues à deux pédicules très peu divergents, restent situées tout près l'une de l'autre, immédiatement en contact (Fig. 35). Nos connaissances actuelles nous autorisent à penser qu'elles ne se rapprocheront pas davantage, c'est-à-dire qu'elles n'auront aucune tendance à se fusionner; elles resteront distinctes et indépendantes durant tout le cours de l'évolution embryonnaire. Seulement, comme il n'est ménagé entre elles aucun espace permettant au tissu conjonctif de s'insinuer, il est infiniment probable que ces deux rétines seront englobées dans une enveloppe sclérotico-choroïdienne commune, — avec cette différence que la surface interne de l'enveloppe présentera des crêtes en forme de coin, venant se mouler très exactement sur les parties non contiguës des rétines indépendantes. Ainsi serait constitué un œil double d'une allure spéciale, issu du processus qui donne généralement naissance aux Cébocéphales et Ethmocéphales; ainsi serait réalisé le stade intermédiaire imaginé par I. Geoffroy Saint-Hilaire : l'indépendance des rétines avec fusion de la sclérotique.

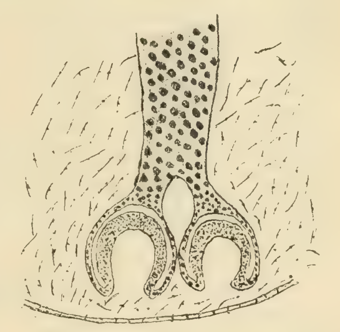


Fig. 35. — Figure théorique.

Œil simple ou œil double sont enveloppés par une cavité orbitaire unique. Le processus hypothétique de la fusion étant reconnu faux, la constitution de cette unique cavité s'expliquera-t-elle rationnellement?

On se rappelle que la paroi orbitaire du Cyclope renferme à la fois des éléments de l'orbite gauche et des éléments de l'orbite droite, les deux os malaires en particulier. Si l'on veut bien y réfléchir, on se rendra compte qu'il n'en pouvait être autrement. En effet, la paroi osseuse se forme très tardivement, bien après que l'œil a acquis sa situation. Or, cet œil vient se placer sur la ligne médiane, se substituant à la masse conjonctive d'où dérivent normalement les pièces squelettiques internes de l'orbite; cette masse conjonctive n'est pas simplement déplacée, elle est supprimée. A contraire, de part et d'autre de l'œil, existe tout l'espace nécessaire à l'accumulation des tissus conjonctifs et spécialement des tissus de l'orbite externe. Ceux-là seuls se développent plus ou moins complètement [1].

Bien que nous n'ayons à cet égard aucune preuve positive, il est logique de penser que les choses se passent ainsi. Comment pourraient-elles se passer autrement? comment pourrait-il y avoir fusion de deux orbites primitivement distinctes, alors que l'organe central ne provient pas d'une fusion, mais qu'il est d'emblée formé par une ébauche? La discussion est oiseuse.

Il nous reste à dire quelques mots de la musculature du globe de l'œil.

La disposition de cette musculature est assez variable, si l'on en juge par la lecture des auteurs. En fait, les phénomènes embryologiques laissent place à toutes les modalités morphologiques, déplacement ou absence, formation massive totale ou partielle.

Nous avons relevé la situation des droits internes à la partie supérieure du globe oculaire unique; ces muscles manquent probablement quelquefois. De toutes façons, les situations nouvelles prises par les corps charnus reconnaissent pour cause une différenciation hétérotopique. Remarquons en passant que l'accolement et la soudure secondaire des globes n'implique nullement ces changements de position des muscles, mais bien leur suppression.

Quant aux faits de formation massive, Phisalix nous en donne deux exemples, l'un pour le petit oblique, l'autre pour le grand oblique. Dans les deux cas, les muscles formant une sangle

1. Du reste, ainsi que nous l'apprend Phisalix, l'ossification, et même la chondrification préalable, peuvent faire complètement défaut au moment de la naissance.

représentent, sans nul doute, deux masses charnues nées en des régions très voisines, dont les matériaux de formation se trouvaient emmêlés bien avant leur différenciation.

En résumé, pour ce qui est des formations oculaires dans leur ensemble, l'embryologie concorde avec l'anatomie. Il n'est pas une disposition de l'œil adulte, qui soit contradictoire avec une disposition de l'œil embryonnaire; bien au contraire, l'embryologie éclaire d'un jour singulier les variétés diverses que présente l'œil des fœtus nouveau-nés.

2. L'appareil nasal.

L'appareil nasal externe, disent les auteurs, fait presque entièrement défaut chez un grand nombre d'individus; lorsqu'il existe, il est simplement représenté par un appendice assez informe décoré du nom de trompe.

Par une singulière contradiction, tout en reconnaissant que la présence ou l'absence de cette trompe dépend surtout de l'état de développement du nez du type spécifique, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire a cru pouvoir attribuer à ce caractère une valeur suffisante pour en faire la base de sa classification des Cyclocéphaliens.

L'embryologie ne nous donne aucun renseignement à ce sujet; aucune disposition n'indique, si les individus observés auraient ou n'auraient pas eu de trompe. Chez tous, nous trouvons des aspects concordants, et il serait vraiment étrange que dans une série aussi abondante et aussi variée que la nôtre, il ne se trouvât que des sujets sans trompe[1].

Nous tenons pour certain que l'apparition de l'appendice nasal est un fait accessoire au dernier chef, sans corrélation aucune avec telle ou telle disposition des yeux. Cette trompe représente simplement des vestiges de la peau et des cartilages nasaux, auxquels il manque leur substratum ordinaire : la charpente osseuse des fosses nasales.

Quant au nombre des orifices de cette trompe, c'est encore une question qui ne mérite guère qu'on s'y arrête. Les données embryologiques nous renseignent sur le nombre et la disposition

1. Il est juste de dire que si l'observation de Geoffroy-Saint-Hilaire est exacte, les poulets cyclopes pourvus d'une trompe doivent être peu communs.

des fossettes olfactives : il y en a deux chez les Cébocéphales, une seule chez les Cyclopes ; il n'est aucune raison pour qu'une trompe correspondant à deux fossettes n'ait pas deux orifices, pour qu'une trompe correspondant à une seule fossette ait plus d'une orifice. En l'absence de parois osseuses, toute éventualité devient possible.

Que deviennent ces parois osseuses elles-mêmes? On en retrouve toujours des vestiges : la lame criblée de l'ethmoïde, pleine ou percée de pertuis suivant que la bulbe et les nerfs olfactifs se sont ou non développés. Ces vestiges sont plus nombreux chez les Cébocéphales que chez les Cyclopes. Dans les deux cas ils appartiennent plus spécialement aux parties des parois situées au-dessus et au-dessous de l'œil; les Cyclopes en particulier sont toujours dépourvus des parties médianes. L'arrière-cavité des fosses nasales n'existe jamais; toutes relations avec le pharynx sont supprimées.

Tous ces faits s'expliquent fort aisément, le processus de formation des yeux étant connu. Rapprochés de la ligne médiane ou occupant cette ligne médiane elle-même, les yeux et leurs annexes se sont substitués aux ébauches conjonctives des fosses nasales. La correspondance entre la bouche et ce qui reste du nez ne pouvait s'établir [1].

CHAPITRE III

Otocéphalie et Cyclopie.

Nos recherches ne seraient pas complètes, si elles ne tendaient à résoudre la question des Otocéphales Cyclopes. Dans la partie anatomique de cette étude, nous avons exposé avec quelques détails l'état actuel de nos connaissances; il n'était pas possible, à ce moment, munis des seuls renseignements donnés par l'inspection morphologique et la dissection, de décider s'il existe deux sortes de Cyclocéphalies, chacune dérivant d'un processus spécial, l'une se produisant seule, en dehors de toute autre modification des organes intra-crâniens, l'autre se trouvant dans un état de dépendance nécessaire vis-à-vis d'une évolution tératologique des oreilles moyennes.

1. Il me paraît inutile de revenir ici sur l'état des mâchoires; la concordance entre les faits anatomiques et embryologiques s'établit d'elle même, les premiers comme les seconds montrent les ébauches maxillaires souvent déformées. Je n'insiste pas davantage sur le peu de valeur de ces caractères au point de vue de la Cyclocéphalie.

Les faits embryologiques nombreux que nous nous sommes attachés à mettre en lumière nous permettent d'adopter en connaissance de cause l'une ou l'autre de ces solutions.

A la vérité, parmi les embryons que nous avons examinés, il ne s'en est pas rencontré un seul qui fût assez avancé en âge pour présenter l'ébauche de l'Otocéphalie; la preuve directe de l'affirmation qui va suivre ne fera pas cependant défaut. Pour nous, résoudre la question des rapports de l'Otocéphalie et de la Cyclopie revient à résoudre celle-ci : des dispositions anatomiques *identiques* de l'encéphale et des yeux peuvent-elles avoir pour origine deux processus différents? Le problème est ainsi posé sur un terrain plus général, le seul vrai.

Les quelques auteurs qui ont abordé avant nous ce sujet sont loin d'être d'accord. Ainsi, Mathias-Duval et Hervé [1] estiment que la classification des Otocéphaliens fondée sur les degrés de Cyclopie est une classification artificielle. Cela revient à dire que les monstruosités associées sont concomitantes et non corrélatives, on ne saurait utiliser l'une d'entre elles pour ordonner les variétés de l'autre. Hannover [2] écrit que la Cyclopie et l'Otocéphalie (qu'il appelle *synotie*) « ont chacune leur domaine distinct, qui, chez l'homme, peut être très nettement limité ».

Camille Dareste avait soutenu la même opinion dans la première édition de son ouvrage fondamental. Plus tard, il se crut autorisé par de nouvelles recherches à modifier son avis. Dans la deuxième édition de son livre [3] il admet l'excellence de la classification des Otocéphaliens, — par suite, implicitement, l'existence d'une Cyclopie spéciale à l'Otocéphalie. Telle était du reste l'opinion d'Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire — telle est encore celle de M. Louis Blanc.

Nous avons exposé plus haut les arguments anatomiques de ce dernier auteur. A son dire, la Cyclopie proprement dite et la Cyclopie d'un Otocéphalien, — l'anomalie auriculaire mise à part, — sont séparées par une distance « énorme ». Dans le premier cas, dit-il, l'œil est pré-sphénoïdal; il est sous-sphénoïdal dans le second. De cette différence principale découleraient quelques modifications accessoires touchant la constitution de l'œil.

1. Duval et Hervé, *Sur un monstre otocéphalien*, Société de Biologie, 1891.
2. Adolphe Hannover, *loc. cit.*
3. Camille Dareste, *Recherches sur la Production artificielle des Monstruosités*, 1re édition, 1877; 2e édition, 1891.

De telles variations ont peut-être une extrême importance, si on les considère sous l'angle restreint de l'anatomie descriptive; leur importance s'atténue dans une très large mesure quand on les examine du haut de l'embryologie. De ce point de vue, quelques détails topographiques ne sont rien — ou sont peu de chose — s'ils n'ont pour substratum des évolutions différentes dès le principe.

Du reste, l'anatomie elle-même n'est peut-être pas aussi absolue dans ses affirmations que M. Louis Blanc paraît le croire. S'il est vrai que les yeux des Cyclopes purs ne soient pas toujours au même niveau que ceux des Otocéphales cyclopes, il n'est certainement pas exact qu'il en soit toujours ainsi. Les descriptions de M. Louis Blanc sont des moyennes, elles ne tiennent pas suffisamment compte des cas particuliers. Or, l'ostéologie des Cyclopes nous fournit la preuve qu'il n'y a pas concordance parfaite entre les divers individus, quant à la composition de la cavité orbitaire et quant à la situation de l'œil par rapport au squelette. Phisalix nous apprend même que l'orbite peut manquer complètement, tandis que le sphénoïde est à peine développé [1].

Ce qui laisse un doute, dès l'abord, après la lecture de l'argumentation de M. Louis Blanc, c'est précisément qu'elle est établie sur les seuls caractères ostéologiques, caractères contingents et qui dépendent souvent, en tératologie surtout, d'un processus antérieur à la formation des pièces squelettiques. De plus, on n'est pas moins frappé de ce fait, qu'un même degré d'Otocéphalie coexiste tantôt avec un cerveau et des yeux normaux, tantôt avec un cerveau et des yeux anormaux. Ce fait à lui seul semble indiquer l'absence de toute relation nécessaire entre les deux monstruosités.

Si nous examinons attentivement la disposition anatomique de l'encéphale et des organes visuels des Otocéphales cyclopes, nous constatons sans peine qu'il n'y a aucune différence, même dans des détails, entre ces parties et les parties correspondantes des Cyclocéphaliens. D'un côté comme de l'autre, c'est le même cerveau vésiculeux formé d'une plaque cérébrale épaisse et d'une poche mince, sans scissure inter-hémisphérique, ni corps calleux, ni trigone; ce sont les mêmes dispositions oculaires avec les mêmes variétés, œil simple, œil double, globes oculaires distincts, chacun

1. C. Phisalix, *loc. cit.*, p. 94.

dans leur orbite ou dans une orbite unique. La similitude est telle, que M. Louis Blanc lui-même juge inutile de décrire spécialement ces diverses parties, il se contente d'indiquer[1] que « le système nerveux central offre les anomalies propres à la Cyclopie », ou que « en même temps que la Cyclopie apparaît, le cerveau devient vésiculeux », ou encore, est « comme chez les Cyclopes ». Chez quelques individus, le cerveau possède des parois épaisses, mais il n'a qu'un seul lobe; nous nous sommes expliqué sur cette variation d'épaisseur, lorsque nous l'avons rencontrée chez les Cyclocéphaliens purs.

Des organes semblables, ayant entre eux cette similitude qui est l'identité biologique, ne peuvent dériver de deux processus différents. Ils parcourent nécessairement les uns et les autres une série de phases qui s'enchaînent et se relient étroitement. Que chacune de ces phases n'ait pas toujours la même durée, la possibilité du fait est indéniable, il se produit à coup sûr, l'embryogénie des monstres étant cœnogénétique et variable d'un individu à l'autre; mais le fait se produit aussi bien chez les Otocéphales cyclopes que chez les Cyclocéphaliens.

Nous sommes donc conduits à dire que le point de départ est le même dans les deux cas, puisque le point d'arrivée est, lui aussi, le même. Par conséquent, nous devons logiquement conclure que les Otocéphales cyclopes sont des Cyclopes vrais, chez lesquels il s'est ultérieurement développé une autre anomalie.

Cependant, nous ne pouvons tenir pour non avenue la différence de rapport de l'œil et du sphénoïde, sur laquelle M. Louis Blanc insiste si longuement. Aussi peu considérable que soit son importance, encore faut-il que nous recherchions son origine, sa signification vraie et sa valeur exacte.

Il ne peut être mis en doute que l'organe qui se déplace est l'œil lui-même et non le sphénoïde. C'est l'œil, qui vient se placer au contact de l'ectoderme ventral en un point plus ou moins rapproché du bord antérieur de la tête; secondairement, cet œil est enveloppé par le tissu conjonctif aux dépens duquel s'ossifiera l'orbite. Suivant que l'œil sera plus en avant ou plus en arrière, son enveloppe osseuse subira tel ou tel remaniement. Quant au sphénoïde, il reste très vraisemblablement à sa place, puisque le cerveau n'est

1. Louis Blanc, *loc. cit.*, p. 208.

pas lui-même déplacé ; sa situation ne saurait être modifiée par la transposition de la vésicule optique primitive.

Sous quelle influence celle-ci vient-elle affleurer l'ectoderme en un point plutôt qu'en un autre? Si l'Otocéphalie coexistante porte en soi l'agent de cette influence, la situation pré ou sous-sphénoïdale de l'œil acquerra une signification; elle ne sera peut-être pas « énorme », mais elle aura quelque importance. Si, au contraire, l'Otocéphalie ne joue aucun rôle, cette situation de l'œil ne signifie plus rien à aucun point de vue.

Comment l'Otocéphalie interviendrait-elle pour déplacer l'œil? S'il faut en croire les auteurs qui ont écrit sur cette monstruosité, le processus initial qui la détermine est, d'une part tout à fait indépendant du système nerveux, d'autre part il intéresse une phase embryonnaire très postérieure à la constitution de la lame cérébrale et des yeux. Ce processus, qui provoque le déplacement des caisses du tympan, est une altération de la phase de transformation du premier arc branchial[1]. C'est sur ce dernier que repose toute la monstruosité; ni l'état de la vésicule cérébrale, ni celui des yeux n'ont rien de commun avec elle et ne peuvent subir de modification de son chef. Lorsque vient, en effet, pour le cartilage branchial le moment de se désagréger en ses dérivés, le système nerveux central et ses dépendances se trouvent déjà à une phase très avancée de leur évolution, qu'ils soient engagés dans la voie normale ou qu'ils en suivent un autre. Les yeux, en particulier, occupent leur situation définitive; autour d'eux l'orbite commence à se différencier. On ne voit pas comment un arrêt de croissance de l'arc branchial interviendrait pour modifier une situation acquise.

Il faut donc chercher l'origine de cette situation dans le mode d'évolution de l'œil lui-même. Or, j'ai constamment observé que la position de l'œil ou des yeux par rapport au rebord céphalique antérieur variait en avant ou en arrière suivant les individus. Cette remarque est même la plus facile que l'on puisse faire en examinant les embryons à l'état frais. Je n'ai pu discerner que cette variation du point de contact de l'œil et de l'ectoderme eût un contre-coup quelconque sur le reste de l'organisation cyclocépha-

1. A. Nicolas et A. Prenant, Observation d'une monstruosité rare, absence du maxillaire inférieur, défaut de communication entre la bouche et les fosses nasales d'une part, le pharynx et le larynx d'autre part, *Journ. de l'anatomie et de la Phys.*, mars-avril 1888. — Dans le même journ., Louis Blanc, *loc. cit.*

lienne. Il n'en est pas moins certain que, lorsque serait venue pour ces embryons la phase d'ossification du crâne et de la face, l'enveloppe orbitaire n'aurait pas eu pour tous exactement la même constitution; partant, les rapports de l'orbite et du sphénoïde n'auraient pas été identiques. Et cependant, dans tous les cas, le processus cérébral aurait été le même, fussent-ils Cébocéphales ou Cyclopes avec ou sans Otocéphalie.

Cette simple observation suffirait à elle seule pour réduire à sa toute petite valeur « l'énormité » de la différence du niveau. Toutefois, il n'est pas impossible, *à priori*, qu'à la suite de l'évolution tératologique du premier arc branchial aboutissant à donner aux caisses tympanique une situation surbaissée, il n'est pas impossible que la face dans son ensemble subisse un léger mouvement de descente, tandis que la base du crâne, le sphénoïde en particulier, reste à sa place habituelle. Ce n'est qu'une hypothèse. Serait-elle vraie, la différence du niveau dont il s'agit serait simplement due à un remaniement secondaire, à une sorte de tassement mécanique, se produisant bien après la terminaison des premières phases du processus cyclocéphalien. La valeur du caractère différentiel invoqué par M. Louis Blanc ne se trouverait pas augmentée. De toutes façons, il apparaît que ce caractère est établi sur un fait anatomique ayant pour origine un phénomène embryologique tout à fait accessoire. Ce fait anatomique a été particularisé aux Otocéphales avec une hâte trop grande, puisque, de l'ensemble des observations connues, il ne ressort pas une description univoque de l'orbite des Cyclopes. S'il est un fait acquis, c'est l'unité du type Cyclocéphalien, c'est à lui que nous devons rapporter tout individu, fût-il Otocéphalien, chez lequel existe, avec un cerveau vésiculeux, une convergence plus ou moins grande des yeux.

Cependant, le processus cyclocéphalien est-il le seul qui soit capable de provoquer le rapprochement des yeux? Il est des Otocéphaliens dont les yeux sont « un peu descendus » ou inférieurs (*Agnathocéphales* et *Strophocéphales*), tandis que le cerveau est normalement conformé[1]. Ces individus ont l'aspect d'un Cébocéphale, mais la ressemblance est évidemment toute superficielle; nous ne pouvons, sous aucun prétexte, les rattacher les uns aux autres, d'accord avec Phisalix qui trouve « difficile de leur attri-

1. Louis Blanc, *loc. cit.*; C. Phisalix, observ. IV.

buer la même origine [1] ». Ces monstres sont des Otocéphaliens purs, le déplacement des yeux doit être imputé à des processus très différents de celui de la Cyclocéphalie. Quels sont ces processus? Plusieurs sont possibles, soit un arrêt de croissance de la vésicule cérébrale antérieure, soit une compression lente et symétrique agissant sur cette vésicule, soit enfin une compression s'exerçant simplement sur les globes oculaires et qui pourrait entrer en jeu au moment où la face se constitue définitivement. Nous avons observé les deux premiers, mais indépendamment de l'Otocéphalie [2].

Il est important de remarquer que le rapprochement des yeux, chez ces Otocéphaliens, ne va même pas jusqu'à l'accolement des orbites; celles-ci sont toujours tout à fait indépendantes. De plus, les fosses nasales sont beaucoup moins incomplètes que chez les Cébocéphales vrais. Enfin, il n'est pas d'exemples de Cyclopie complète coexistant avec un cerveau normal. Par conséquent si, dans ce cas particulier, nous avons réellement affaire à un processus mécanique, débutant plus ou moins tôt au cours de l'évolution, ce rapprochement se restreint à d'étroites limites. En un mot, loin qu'un œil attire son congénère, il semble que les deux organes similaires éprouvent une certaine difficulté à se rapprocher, lorsqu'ils sont nés distincts l'un de l'autre.

Sur la nature de la cause de ce rapprochement nous n'avons aucune donnée positive. Je montrerai, dans la prochaine partie, ce que peut produire un arrêt de croissance ou une compression lente de la vésicule cérébrale antérieure; rien ne semble indiquer qu'il faille admettre l'un ou l'autre de ces processus. En particulier, les renseignements circonstanciés qui nous sont fournis par Phisalix sur un monstre Otocéphale [3] ne donnent aucune prise à ces hypothèses : dans ce cas, les seules modifications importantes de l'Otocéphalie sont un léger allongement du bulbe et du cervelet, dans son ensemble le cerveau est parfaitement normal. Nous penchons à croire qu'il s'agit d'un processus externe touchant la formation de la face, dont les globes oculaires subissent le contrecoup. Ce processus serait d'ailleurs aussi étranger à l'Otocéphalie que le processus de la Cyclopie.

1. C. Phisalix, *loc. cit.*, p. 101.
2. Voir 4e partie, chap. I.
3. C. Phisalix, *loc. cit.*, p. 94 et sq.

Quoi qu'il en soit, nous devons retenir que, dans l'état actuel de nos connaissances, il ne paraît pas y avoir de Cyclopes vrais provenant d'un processus différent du processus général que nous avons décrit. Mais il existe des cas de Cébocéphalie *simulée*, qui n'ont aucun rapport génétique avec ce processus : leurs yeux sont peu rapprochés et surtout leur cerveau est normal. Cette pseudo-cébocéphalie est fréquemment associée à l'Otocéphalie.

QUATRIÈME PARTIE

LES PROCESSUS

CHAPITRE I

Nature des Processus.

Nous nous sommes, jusqu'ici, attachés à décrire le mode de formation de la Cyclocéphalie et à montrer que ce mode de formation explique de la façon la plus satisfaisante les dispositions anatomiques des adultes. La morphologie des processus qui entrent en jeu pour constituer la monstruosité étant ainsi connue, il convient de rechercher quelle est la nature de ces processus et dans quelle mesure ils dépendent les uns des autres. D'ores et déjà, il ressort de notre exposé une distinction nécessaire entre le processus initial, le premier en date dans l'évolution individuelle, et les processus secondaires, qui découlent de celui-là d'une façon plus ou moins directe.

1. Le processus initial.

« Les tératologistes qui ont étudié la Cyclopie ont expliqué sa genèse par les deux procédés fondamentaux de la tératogénie, l'union des parties similaires et l'arrêt de développement[1]. » Tous, et Dareste lui-même, sont d'accord pour donner le pas à l'arrêt de développement sur l'union des parties similaires; ils diffèrent quand il s'agit d'indiquer le siège de ce procédé « fondamental ».

1. Camille Dareste, *Rech. s. la Prod. art. des Monst.*, 2e éd., p. 373.

Meckel[1], puis Isidore Geoffroy Saint-Hilaire ont admis que le phénomène premier consistait dans un arrêt de développement de l'appareil nasal; I. Geoffroy Saint-Hilaire dit même expressément que la réunion des yeux ne peut être conçue sans l'atrophie préalable du nez[2]. Suivant les degrés de cette atrophie, toutes les modalités de la Cyclocéphalie s'expliquent très simplement dans tous leurs détails; l'existence d'une trompe marque la dernière étape vers la disparition complète des matériaux de l'appareil nasal[3]. La tendance à la fusion se manifeste secondairement; elle porte à la fois sur les globes oculaires et sur les hémisphéres cérébraux: ces derniers se confondent au point de ne former qu'un seul lobe et de perdre leurs circonvolutions.

Huschke[4], de son côté, pensait que le processus initial avait les yeux pour siège. Il croyait que ces organes se forment, *à l'état normal*, aux dépens d'une ébauche unique et médiane, située à l'extrémité du tube cérébro-spinal; au cours de l'évolution individuelle, cette ébauche s'accroîtrait latéralement, et les deux yeux d'abord juxtaposés se sépareraient progressivement pour venir occuper les parties latérales de la tête. Dans ces conditions, la Cyclopie résulterait d'un arrêt de développement de cette vésicule oculaire primitive, les deux yeux restant confondus ou se séparant incomplètement. Cette manière de voir, née d'une conception fausse des phénomènes normaux, n'est cependant pas, comme on le voit, absolument différente de la vérité.

Plus récemment, Ad. Hannover[5], prenant pour base les caractères ostéologiques de quelques Cyclopes humains, a émis une opinion singulière. A son dire, l'origine de la monstruosité réside dans un *arrêt de formation* du cartilage primordial (sphénoïde et ethmoïde) auquel se joint « un manque de matériaux de formation dans les parties de l'œil qui sont tournées l'une vers l'autre ». Il y

1. Meckel, Ueber die Verschmelzungsbildungen, *Archiv. für Anat. und. Phys.*, 1826, t. I, p. 238.
2. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, *Traité de tératologie*, t. III, p. 292.
3. Il convient de rappeler que, au dire même de l'auteur, l'existence d'une trompe dépend, dans une certaine mesure, du volume du nez de l'espèce type. Remarquons aussi que a trompe existe aussi bien chez les Cyclocéphales à deux yeux que chez des Cyclocéphales à un seul œil. Il semblerait donc que la fusion des yeux ne marche pas absolument de pair avec l'atrophie nasale. Ce sont là des contradictions intéressantes à relever.
4. Huschke, Ueber die erste Entwickelung der Auges und die damit Zusammenhängende Cyklopie, *Arch. für Anat.*, *und Phys.*, 1832, t. VI, p. 41.
5. Adolph Hannover, *loc. cit.*, 1884.

a en outre un *arrêt de développement* qui porte sur le cerveau et un autre sur le pharynx. Il est inutile d'insister sur des inductions, dont le point de départ, pour être d'ordre ostéologique, n'en est pas moins dépourvu de consistance.

Dareste a pensé que la manière de voir de Meckel et celle de Huschke n'étaient pas contradictoires. « Il y a arrêt de développement, dit-il, comme le pensait Huschke, mais cet arrêt de développement, qui porte sur la paroi de la vésicule cérébrale antérieure de l'encéphale, a pour résultat de mettre en contact les parties des parois de cette vésicule qui doivent former les yeux, et de déterminer ainsi la formation d'un œil unique, par la mise en jeu de l'union des parties similaires; tandis que dans l'état normal, ces parties s'écartent l'une de l'autre et donnent naissance à deux yeux distincts [1]. »

Le grand mérite de Dareste est d'avoir conçu d'une façon très précise que « la formation de la Cyclopie se lie, d'une manière nécessaire, à la formation de la vésicule encéphalique antérieure » [2]. La théorie de Meckel et de Geoffroy Saint-Hilaire devenait inadmissible devant ce fait, que la Cyclopie est constituée à une époque de la vie embryonnaire, où les os de la voûte du crâne et de la face ne sont même pas ébauchés ; la théorie de Huschke tombait devant les progrès de l'embryologie normale.

Mais, si Dareste a eu la claire vision que le siège du processus initial de la Cyclocéphalie était la vésicule cérébrale antérieure, il n'a pu se rendre compte de l'essence même du phénomène. Il supposait que la vésicule cérébrale, une fois fermée, cessait de s'accroître tout en donnant naissance aux rétines primitives. Sous l'effort de l'union des parties similaires, ces rétines embryonnaires, n'étant retenues par aucun obstacle, venaient au contact l'une de l'autre.

Une telle conception a pour base l'interprétation inexacte d'apparences que présentent souvent les embryons Cyclopes. Nous avons eu soin de faire remarquer, que le bord antérieure de la tête de ces embryons est, le plus souvent, limité par une ligne courbe, parfois très concave en arrière; Dareste donne à cette concavité le nom de « fossette de la Cyclopie » (fig. 36 et 37).

Comme il examinait des sujets entiers, à un grossissement relativement faible, la fossette lui a paru être la partie médiane, atro-

1. Camille Dareste, *Rech. s. la Prod. art. des Monst.*, p. 374.
2. C. Dareste, *ibid.* Forster avait conçu *a priori* quelques années auparavant une manière de voir très analogue.

phiée, de la vésicule cérébrale antérieure; les parties latérales sont devenues pour lui les vésicules optiques primitives en voie de rapprochement [1]. L'erreur s'explique donc aisément. Il n'en reste pas moins à l'actif de mon regretté maître d'avoir compris quel était le siège réel du processus initial de la Cyclopie; nos recherches sont une confirmation positive de ce fait général. Logiquement, c'est ainsi qu'il devait en être, puisque, dans l'ordre chronologique, le premier tissu différencié est le tissu nerveux, et qu'il donne naissance secondairement aux vésicules optiques. Nous avons montré

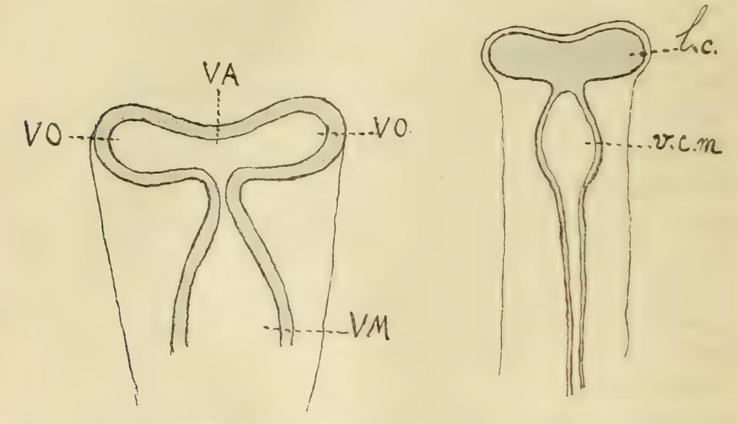


Fig. 36. — Figure théorique (d'après Dareste). — *VA*, vésicule cérébrale antérieure; *VO*, vésicules optiques; *VM*, vésicule cérébrale moyenne.

Fig. 37. — Figure schématique. — *lc*, lame cérébrale; *rcm*, vésicule cérébrale moyenne.

que la disposition caractéristique de la Cyclopie se retrouve chez les jeunes embryons, alors que les yeux ne sont même pas ébauchés.

Seulement, il ne s'agit pas d'une vésicule close arrêtée à l'une des phases quelconques de son évolution. Cela ressort de tout ce qui précède; nous avons montré combien est tardive, chez les Cyclocéphaliens, la formation d'une telle vésicule et combien longtemps l'encéphale reste à l'état de lame étalée en surface. Nous pouvons en outre affirmer, que l'arrêt de croissance de la vésicule cérébrale antérieure ne saurait provoquer la coalescence des yeux.

1. La théorie de Dareste est celle qui est aujourd'hui la plus généralement adoptée; nous la retrouvons dans les écrits les plus récents : A. Bigot, Origine de l'œil cyclope, *Bulletin de la Société linnéenne de Normandie*, 1897, fascicule I. — Louis Blanc, *Les anomalies chez l'homme et les Mammifères*, Paris, Baillière 1893. — L. Guinard, *Précis de tératologie*, Paris, Baillière, 1893. — F. X. Lesbre, *Cours de tératologie*, Lyon, Célard et fils, 1901.

Cet arrêt de croissance se produit sous l'influence de certains agents, de l'hydropisie en particulier. Ainsi, l'embryon auquel est empruntée la figure 38, porteur d'une vésicule cérébrale antérieure très petite, est remarquable par la dilatation considérable de ses vaisseaux, la pauvreté des globules rouges, révélant à la fois une circulation et une nutrition défectueuses. Malgré la dystrophie qui résulte de cet état vasculaire, l'encéphale de cet embryon a suivi l'évolution morphologique normale; il s'est constitué en vésicule close. Seulement, l'accroissement de sa substance a été très lent, la vésicule est petite comparativement à l'âge de l'individu.

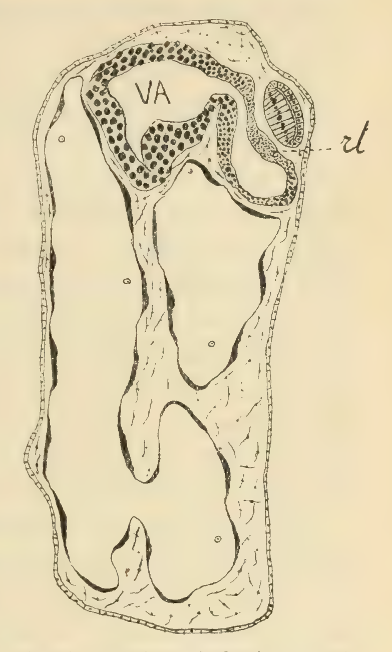


Fig. 38. — Embryon hydropique. — *rt*, rétine déformée ; *VA*, vésicule cérébrale antérieure.

Il est important de remarquer que l'hypoplasie, dont sont affectées les parois cérébrales, est plus accentuée dans le segment supérieur du cylindre nerveux que dans le segment inférieur. Les éléments se sont multipliés plus activement en bas qu'en haut, et de cettte inégalité de croissance résulte un léger déplacement de bas en haut de l'œil unique.

Ce déplacement est plus apparent que réel, comme nous allons le voir; il n'en est pas moins vrai que si l'individu était parvenu à un stade plus avancé, il n'eût pas présenté l'apparence extérieure de la Cyclocéphalie; il aurait eu un seul œil, mais un œil latéral.

On peut admettre en toute logique, que la dystrophie puisse intéresser particulièrement le segment inférieur; dans ces conditions, les vésicules optiques seraient-elles venues au contact d'une façon très intime? S'il en advenait ainsi, il apparaîtrait un véritable aspect cyclope. Et si, en outre, le cerveau était mécaniquement distendu, si ses parois s'atrophiaient, la constitution anatomique de la Cyclocéphalie se trouverait presque réalisée.

Cette dernière éventualité n'est pas impossible. Il serait cependant

fort curieux que l'atrophie des parois restât limitée à la voûte, le plancher restant épais, alors que l'effort mécanique s'exerce également sur tous les points. Et de plus, l'épaisseur même du plancher serait un fait singulier, puisque, dans notre hypothèse, l'hypoplasie intéresse tout particulièrement cette partie des parois cérébrales. Mais enfin, l'hypothèse n'est pas tout à fait illogique et l'on devrait s'y arrêter, si la coalescence des yeux pouvait résulter d'un arrêt de croissance.

Or, je ne crois pas un tel processus possible. Remarquons, en effet, que le phénomène de rapprochement interviendrait, alors que les pédicules optiques sont déjà différenciés, et sont, par conséquent, séparés l'un de l'autre par un pont de substance d'une longueur donnée, qui est la longueur minimun de séparation des ébauches rétiniennes. L'aplasie consécutive ne saurait avoir pour effet de diminuer cette longueur; même, l'aplasie n'étant pas absolue, cette longueur doit nécessairement augmenter d'une certaine quantité. Il suit de là, que le rapprochement des yeux est purement apparent; il provient de ce que l'écart n'atteint pas sa grandeur ordinaire et non de ce que cet écart a diminué. Cette apparence provient aussi des dimensions exagérées acquises par le segment supérieur du cylindre cérébral.

Pour que le rapprochement fût réel et pût aboutir à la coalescence, il faudrait que le plancher de la vésicule disparaisse, qu'il y ait un véritable effondrement, suivi d'un affrontement des bords de la plaie et d'une soudure consécutive. Je ne dis pas que le phénomène soit irréalisable [1], mais il nécessiterait, pour se produire, une série de circonstances favorables, coexistentes ou séquentes, qui ne paraissent être liées entre elles par aucune nécessité absolue ni relative. Au contraire il semble qu'une disparition — même lente — du plancher cérébral ait pour effet de livrer passage soit à du tissu conjonctif subissant une poussée de bas en haut, soit au liquide céphalo-rachidien, dont l'écoulement au dehors serait suivi, non pas d'un affrontement des bords de la fracture du plancher, mais d'un aplatissement irrégulier de la voûte du cerveau.

Si, nous plaçant à un autre point de vue, nous supposons que l'aplasie frappe la vésicule avant l'apparition formelle des pédi-

1. W. Patten (Variations in the development of Limulus Polyphemus, *Journal of Morphology*, XII, 1896) a décrit un phénomène pathologique d'effondrement, aboutissant à l'union de membres symétriques.

cules, admettant implicitement une localisation préétablie de ces pédicules dans les parois de la vésicule, nous aboutissons aux mêmes conclusions. En effet, les ébauches en puissance dans les parois d'une vésicule embryonnaire *normale*, ne sont pas et ne peuvent être coalescentes ; puisqu'elles apparaissent en des points éloignés, c'est qu'elles occupaient ces points, ou leurs proches voisins, un moment avant que de bourgeonner. Il existe donc entre elles une distance minimun, qu'une destruction locale de tissu pourra seule diminuer réellement.

Ainsi, le rapprochement des yeux provoqué par un processus d'aplasie intervenant sur une vésicule normale est actuellement hypothétique. Existerait-il, qu'il serait limité par l'écart minimum des ébauches oculaires, et cet écart ne sera jamais inférieur au plus grand de ceux qui résultent du processus de la Cyclocéphalie. Sans doute il y a là un moyen par lequel les yeux de l'adulte pourront être moins éloignés que de coutume ; ce moyen peut entrer en jeu en certaines circonstances, mais il ne saurait aboutir à la production de la Cyclopie proprement dite.

Le processus général de ce type monstrueux est-il un arrêt de développement de la gouttière nerveuse ? On pourrait, à vrai dire, penser que l'encéphale, au lieu de se fermer a persisté en cet état primitif ; s'il en était ainsi, nous rentrerions dans le cadre étroit de la doctrine d'Is. Geoffroy Saint-Hilaire.

J'ai montré ailleurs[1] ce que valait cette doctrine dans son ensemble et l'arrêt de développement en particulier. J'ai indiqué que si l'on prend le terme « développement, » avec son exacte signification de croissance et de différenciation simultanées, l'arrêt pur et simple est un fait rare en biologie ; que, d'une façon générale, loin d'être irrévocablement réduite à suivre les processus normaux avec de simples variations par excès ou par défaut, la tératogénèse réalise, dans bien des circonstances, des ontogénèses entièrement nouvelles. La Cyclocéphalie représente l'une d'elles.

On ne peut dire, en effet, que le système nerveux des embryons cyclopes ait subi un arrêt ou un retard quelconque. L'état histologique de ses éléments, aux divers âges, se trouve sensiblement

1. Étienne Rabaud, Fragments de Tératologie générale : L'arrêt et l'excès de développement, *Bulletin scientifique de Giard*, t. XXXIV, 1901.

au même point que l'état histologique du système nerveux d'embryons normaux correspondants. La qualité du tissu n'étant pas intéressée, il ne saurait être question de « développement ».

Les modifications portent-elles sur la quantité? Rien ne le donne à penser. La substance de la lame cérébrale est aussi abondante que le comporte l'âge des sujets considérés; suivant la très juste remarque de G. Saint-Rémy, plus haut rapportée[1], si l'on courbe par la pensée cette lame cérébrale, si l'on affronte ses deux bords, on reconstitue une vésicule close possédant des dimensions ordinaires ou même plus grandes qu'à l'ordinaire et des parois d'épaisseur normale.

Au surplus, si l'on veut se rendre matériellement compte des faits, il suffit de comparer une lame encéphalique de Cyclocéphalien à une gouttière normale en voie de constitution. On verra, par là, que cette dernière n'occupe qu'une surface limitée de l'ectoderme de l'aire embryonnaire. ses bords sont nettement limités, elle présente une concavité assez marquée, à courbe très régulière.

La lame du Cyclope ne présente rien de pareil; elle occupe toute la surface ectodermique de l'aire embryonnaire; ses bords, dépourvus de limite précise, empiètent plus ou moins sur l'ectoderme latéral — parfois à ce point, qu'elle descend très bas sur les côtés (fig. 39). Cette lame n'est pas concave; elle peut être déprimée sur la ligne médiane, mais le plus souvent elle est absolument plane; elle ne marque, dans tous les cas, aucune tendance à s'invaginer.

Les différences sont frappantes.

Pour expliquer cette disposition spéciale, Tourneux et Martin, qui l'ont observée dans un cas de spina-bifida chez l'homme[2], admettent un arrêt de développement de la gouttière normale, suivi d'une croissance des bords de cette gouttière s'étalant sur l'ectoderme environnant. L'hypothèse est contradictoire dans les termes comme dans les faits. Il semble bien, que si le tissu nerveux est frappé d'un arrêt de développement, il sera fort empêché de s'accroître d'une façon ou de l'autre. Et de plus, on se demande pour quelle raison cette croissance secondaire est ainsi limitée aux bords

1. G. Saint-Remy, *Ébauches épiphysaires et paraphysaires paires.*

2. F. Tourneux et Ern. Martin, *loc. cit.* — J'ai indiqué plus haut (voir 2e partie, chapitre v) que le processus qui donne naissance au spina-bifida était exactement le même que celui qui détermine la cyclocéphalie. Je n'y reviens pas.

de la gouttière; pour quelle raison elle vient recouvrir l'ectoderme environnant au lieu de tendre à fermer la gouttière pour le transformer en vésicule close.

Ce processus hypothétique ne soutient pas la discussion; il ne concorde pas avec les faits. En réalité, la disposition de la lame cérébrale est primitive, elle n'est pas due à l'arrêt de croissance d'une gouttière normale. La preuve en est que chez les plus jeunes embryons on la rencontre tout aussi étendue que chez les embryons plus âgés. Il ne fait aucun doute, que la formation nerveuse, au lieu d'intéresser seulement une surface très circonscrite de l'ectoderme, a porté d'emblée une surface très large; tous les éléments

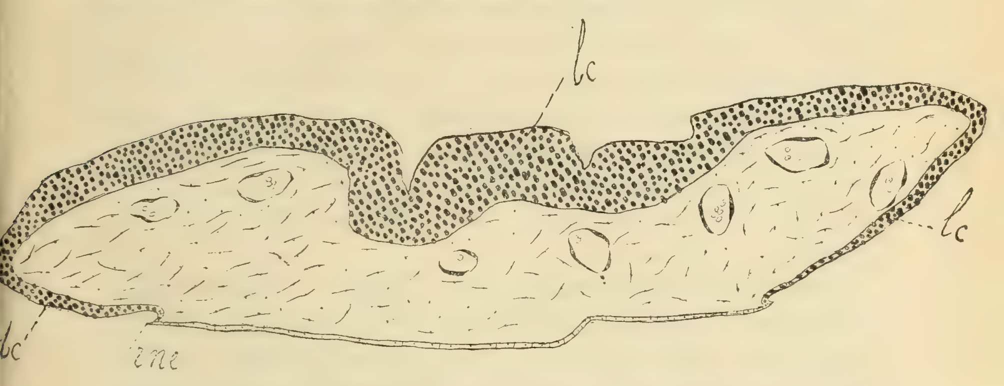


Fig. 39. — Embryon du quatrième jour; section transversale passant en avant des fossettes olfactives (représentées par la figure 26 empruntée au même embryon); *lc*, lame cérébrale; *rne*, repli neuro-épithélial.

ectodermiques de l'aire embryonnaire ont pris part au phénomène.

Il ne saurait donc être question d'un trouble quantitatif ni qualitatif apporté au développement d'une ébauche primitivement normale. Nous sommes en présence d'un procédé spécial de formation, d'une évolution entièrement nouvelle : le cerveau des Cyclopes ne se forme pas de la même façon que celui des vertébrés en général.

Au lieu de devenir une vésicule close, dès les premiers moments ce cerveau s'établit sous forme d'une lame, qui est l'équivalent absolu des parois de la vésicule close. Cette lame, en effet, est capable de donner naissance aux dérivés cérébraux ordinaires, œil, épiphyse, hypophyse, noyaux gris, etc. Ce n'est que plus tard, beaucoup plus tard, que le cerveau se transforme en vésicule par

l'adjonction d'une membrane, élément surajouté, qui n'a point d'homologue dans le type spécifique.

Le processus initial de la Cyclocéphalie est donc exactement une *formation diffuse*, substituée au processus normal, qui est une *formation circonscrite*; c'est un mode nouveau d'évolution et non pas une altération du mode habituel, une simple fixation morphologique ou histologique de l'une de ses phases. Par sa nature, la formation diffuse, sans être vraiment incompatible avec un mouvement d'invagination, ne tend pas à provoquer une invagination. Le rôle de cette dernière, en effet, est de faire place aux éléments produits par une incessante multiplication. Ici, les éléments s'étalent en surface, toute tendance à la prolifération vers la profondeur se trouve presque complètement annihilée. C'est seulement lorsqu'il apparaît une dérivation secondaire, les vésicules optiques par exemple, que la prolifération, devenant suractive en une région donnée, détermine des crêtes plongeantes. Dès lors, les phénomènes normaux et anormaux deviennent plus ou moins comparables.

Ainsi, dès le principe, le sens même de l'évolution change; il se constitue un type nouveau.

Que la marche régulière de cette évolution subisse certaines altérations, devienne le point de départ d'anomalies par excès ou par défaut, cela ne fait aucun doute. La lame cérébrale peut être atteinte d'arrêts de croissance, de différenciation ou de développement; on constate parfois des phénomènes indéniables de dystrophie provoquant l'une ou l'autre de ces altérations. Elle peut être également le siège des formations kystiques décrites par Lebedeff [1] et que cet auteur considère, à tort selon nous, comme fréquentes. Ce qu'il faut retenir, ce qui est important, c'est que ces phénomènes sont des phénomènes surajoutés, contingents, sans corrélation d'aucune sorte avec la production même de la lame cérébrale. Lorsque celle-ci évolue régulièrement, la prolifération de ses éléments est abondante, leur différenciation normale; j'en ai eu sous les yeux de nombreux exemples.

L'existence de la lame cérébrale, c'est-à-dire d'une masse de tissu nerveux ne présentant aucune tendance à s'invaginer, a pour conséquence immédiate et nécessaire la croissance épibolique des

1. Lebedeff, *loc. cit.* — Lebedeff avait cru voir, dans ce mode évolutif, le phénomène initial de l'anencéphalie. Nous reviendrons tout à l'heure sur ce point (voir 4e partie, chap. III).

bords neuro-epithéliaux de cette lame. La croissance n'aurait pas lieu, s'il s'agissait d'un simple arrêt de développement de la gouttière normale, celle-ci resterait à nu, exposée à tous les contacts, à tous les traumatismes venus de l'extérieur. Au contraire, dans l'évolution cyclocéphalienne l'ensemble des tissus céphaliques conserve son activité; et comme la transformation totale de l'ectoderme dorsal en éléments nerveux, ainsi que l'absence d'invagination de la masse de ces éléments, empêche l'enveloppement cutané de la tête suivant le mode ordinaire, l'ectoderme est conduit à passer par-dessus le cerveau par un procédé nouveau.

Le phénomène est lent à se produire, il est vrai; néanmoins, il est sous la dépendance absolue du processus initial, il est provoqué par lui, il en est le complément indispensable.

Comme nous l'avons vu, ce phénomène explique de la façon la plus heureuse la constitution générale de la paroi supérieure du cerveau. La minceur de cette paroi correspond à la lenteur de sa formation, sans qu'il soit besoin de recourir à des hypothèses diverses : atrophie subséquente d'une paroi normale, arrêt de développement, etc.

Pourrons-nous dire pourquoi la différenciation nerveuse du toit épibolique n'a qu'une faible tendance à s'épaissir, à quelques exceptions près? Sans doute la raison d'un tel fait est-elle que cette membrane représente une néoformation sans homologue dans l'ontogénèse normale; n'ayant pas d'antécédents héréditaires, elle se conduit au gré des circonstances actuelles, elle n'est ni arrêtée, ni retardée, elle est ainsi. Viennent des conditions favorables sa transformation en tissu nerveux sera complète, elle acquerra une certaine épaisseur.

Au contraire, le feuillet cutané résultant de la soudure des deux lames externes des replis épiboliques fournira comme à l'ordinaire un revêtement très semblable à la peau de l'ensemble du corps. C'est que la transformation cutanée se trouve être la transformation coutumière de l'ectoderme, en devenant les éléments de la peau, les éléments des lames externes des replis épiboliques suivent la voie héréditaire.

2. Les processus secondaires.

Étant donnés le processus initial et la forme qu'il imprime à l'encéphale, les dérivés de cet encéphale doivent affecter des situations relatives, différentes des situations habituelles. Tous les organes qui naissent sur les parties latérales ou sur la voûte de la vésicule normale sont condamnés à changer leurs rapports avec les autres parties de la tête; mais ils conservent vis-à-vis de l'axe originel leurs rapports ordinaires.

Il n'y a donc pas lieu d'être surpris, si les vésicules optiques viennent prendre contact avec l'ectoderme ventral; c'est là une conséquence purement mécanique sur laquelle il est inutile d'insister.

Seulement, la modification pure et simple des rapports des yeux et de l'ectoderme est un fait rare chez les Cyclocéphaliens. Les individus qui présentent deux invaginations optiques latérales, indépendantes l'une de l'autre, paraissent être une véritable exception. La tendance qui s'accuse, est, au contraire, d'ajouter à la déviation mécanique des formations oculaires, une modification spéciale, touchant à la fois au lieu de naissance de ces formations et à leurs processus de dérivation. Le cas général paraît être l'existence d'un unique tronc optique, qui se bifurque à son extrémité pour donner naissance à deux rétines, ou qui reste massif dans toute sa longueur pour produire une rétine double.

C'est encore là un phénomène évolutif nouveau, qu'il est impossible d'encadrer dans la doctrine de l'arrêt de développement [1] : aucun signe ne révèle ni retard, ni arrêt, la croissance ne subit aucune entrave et la différenciation se poursuit avec régularité [2].

En l'espèce, nous sommes en présence d'une *formation massive*, confluente, de deux ébauches de même nature, formation dans le sein de laquelle il n'est pas toujours possible de retrouver la trace de la dualité héréditaire.

1. Il y a arrêt de développement lorsque l'un des deux yeux, cessant de prendre part aux modifications progressives ordinaires, persiste à une phase donnée et tend à dégénérer. Comme on le voit, loin d'être un processus initial, l'arrêt de développement devient un processus accessoire, en l'absence duquel la cyclopie peut exister (œil double).

2. Un trouble trophique quelconque peut venir se superposer au processus lui-même et provoquer des manifestations contingentes; toute évolution est sujette à de telles altérations.

Ce processus a-t-il quelques rapports avec l'union des parties similaires, qu'Isidore Geoffroy Saint-Hilaire admettait comme conséquence fréquente, médiate ou immédiate, de l'arrêt de développement? Cela ne saurait se soutenir.

Aucun indice ne laisse croire que deux ébauches primitivement indépendantes se soient rapprochées, soudées et confondues. La comparaison des diverses formes de Cyclocéphalie montre qu'elles se produisent d'emblée. Dès les premières phases, il existe aussi bien des Cébocéphales à deux invaginations optiques séparées, que des Cyclopes à invagination unique. On rencontre des individus pourvus d'un seul tronc optique avec deux yeux distincts, dont l'écart primitif semble devoir augmenter plutôt que diminuer; on en rencontre d'autres dont le tronc unique porte un œil double. Ces aspects divers sont indifféremment le propre des sujets très jeunes et des sujets plus âgés.

En outre, on ne discerne aucun agent extra-ou intra-embryonnaire capable d'entraîner *matériellement* la fusion des deux organes.

Si l'on acceptait la réalité du rôle de l'affinité du soi pour soi, il faudrait la mettre sur le compte d'une attraction de nature inconnue, se manifestant de telle sorte qu'elle paraisse ne pas exister. On serait conduit à supposer que cette force s'exerce bien avant la naissance des ébauches oculaires, groupant en une seule masse, dans le sein même de la plaque cérébrale, les éléments prédestinés à fournir les rétines; ces éléments seraient ainsi contraints à se multiplier et à se différencier en commun.

L'hypothèse est sans fondement.

Pour l'appuyer de quelques faits, il faudrait tout d'abord démontrer que les cellules de l'axe nerveux sont prédestinées, au préalable, à telle ou telle différenciation. Et si cela était, il faudrait encore prouver que ces cellules prédestinées, disposées en deux groupes ou éparses dans la plaque cérébrale, sont capable d'émigrer, bousculant tous les autres éléments. On irait ainsi fort loin. On ne peut guère admettre, non plus, que l'on ait affaire à un déplacement très précoce de blastomères renfermant en puissance les formations oculaires. Outre que la théorie de la *mosaïque*, si elle semble s'appliquer à certains groupes zoologiques, ne paraît pas s'accorder avec les expériences de blastotomie tentées sur les vertébrés inférieurs, on ne comprendrait pas qu'un tel déplacement se

produisît dans certains cas et ne se produisît pas dans certains autres, alors que la disposition de la lame encéphalique est la même dans tous les cas. Il y a lieu de penser, en effet, que le déplacement convergent des blastomères supposés rétiniens entraînerait une forme donnée de la région cérébrale, et leur non-déplacement, une autre forme de cette région. Au surplus, la théorie n'explique pas pourquoi les pédicules s'étant unis, ils se bifurquent parfois, secondairement, pour donner naissance à des yeux indépendants.

Au demeurant la Tératologie des vertébrés, tout entière, tend à montrer que les localisations héréditaires ne tiennent pas devant des conditions extérieures nouvelles, que tous les éléments d'un tissu donné sont susceptibles de donner indistinctement l'une des différenciations spéciales à ce tissu.

C'est ainsi qu'aux éléments ectodermiques normalement destinés à fournir le système nerveux, se joignent d'autres éléments ectodermiques, qui n'ont pas coutume de donner une telle différenciation. C'est ainsi, encore, que le segment ectodermique de formation cristallinienne n'est pas le même chez le Cyclope qu'à l'état normal. En d'autres termes, pour ce qui est de l'histogénèse, l'hérédité cède facilement le pas devant les circonstances, dans les limites des différenciations possibles du tissu considéré.

Nous avons le droit de dire, que si le pédicule unique des Cyclopes, que si l'œil dans certains cas, est implicitement double, cela tient à un phénomène primitif d'un genre nouveau qui n'a pas grand chose de commun avec les phénomènes habituels. Tout nous autorise à rejeter l'union secondaire des parties, quel que soit le moment de cette union. Les pédoncules optiques s'établissent sous forme massive, aux dépens de cellules qui auraient pu tout aussi bien, en d'autres circonstances, fournir à des formations d'un autre ordre; puis, ces pédicules se bifurquent ou restent indivis, suivant le cas. En un mot, nous ne sommes pas en présence d'une *union*, mais d'une *indivision* plus ou moins complète. De ces phénomènes, nous ignorons profondément la cause prochaine; mieux vaut confesser cette ignorance que de chercher à la masquer sous des mots dénués de sens scientifique et philosophique[1].

1. Il a récemment paru sur la question de l'affinité du soi pour soi un long mémoire dû à la collaboration de deux hygiénistes (*Journal de l'Anatomie*, 1900). Il ne ren-

Il est une autre question d'une égale importance. Existe-t-il une corrélation quelconque entre le processus initial qui aboutit à la contitution d'une lame cérébrale, et le processus secondaire qui préside à la dérivation des rétines? Celui-ci commande-t-il celui-là?

Il serait imprudent d'être affirmatif dans un sens ou dans l'autre. Les faits qui nous sont dévoilés ne sont pas concordants, en apparence tout au moins. Certains individus sont soustraits à la différenciation massive, certains autres y sont soumis. Ces derniers forment la grande majorité; la tendance vers le processus massif semble s'accuser au détriment de tout autre, tout se passe comme si, dans la lutte constante entre l'hérédité et l'adaptation, la première l'emportait par occasion, manifestant sa prédominance par la naissance de deux invaginations optiques distinctes, tandis que la seconde prend le dessus le plus souvent, entraînant la formation d'un pédicule massif, ce processus étant adéquat à l'évolution cyclocéphalienne.

Ainsi envisagée, la question se résoudrait dans le sens de la corrélation, d'une corrélation qui pourrait s'établir entre l'axe cérébral et les organes optiques, non parce que le premier dirige la dérivation des seconds, mais parce que leurs dispositions respectives correspondent à des nécessités concordantes. Sur l'essence même de ces nécessités nous n'avons pas la moindre notion; nous en sommes réduits à désigner d'un mot, un ensemble de faits réunis par un lien commun.

Mais si nous pensons que la formation diffuse du cerveau et la formation massive des yeux puissent devenir corrélatives entre elles, nous ne croyons pas qu'il en soit toujours ainsi nécessairement entre ces deux processus. Nos conclusions portent uniquement sur le cas des Cyclocéphaliens; il est incontestable que les deux modes d'évolution peuvent se rencontrer et se rencontrent isolément, soit sur le système nerveux, soit sur d'autres tissus [1].

Est-il possible d'aller plus loin et de dire que l'état du cerveau d'une part, celui des yeux de l'autre ont une action mutuelle? La vésicule encéphalique serait-elle différente suivant que le globe

ferme que des vues hypothétiques, dont le seul fondement est un respect fâcheux pour les dogmes traditionnels.

1. On peut admettre, *à priori*, que le processus massif vienne se greffer sur une évolution normale, créant une cyclopie avec cerveau régulièrement constitué.

oculaire renferme un ou deux cristallins? Phisalix le pense[1] et il l'écrit sous forme de conclusion ferme : « Dans la *Cyclopie incomplète*, c'est-à-dire quand il y a deux cristallins dans un seul globe, la vésicule des hémisphères s'est bien développée, mais, au lieu de se séparer en deux lobes symétriques par une constriction médiane, elle est restée, comme à l'état embryonnaire, impaire et médiane..... Dans la *Cyclopie complète ou totale* caractérisée par la présence d'un seul cristallin, la vésicule des hémisphères n'est pas développée; par contre, les autres parties de l'encéphale ont pris un accroissement plus grand ».

Je ne saurais partager cette manière de voir, fondée sur l'examen de trois fœtus d'animaux différents. De tout ce qui précède, il résulte qu'il n'y a aucune relation positive entre l'état particulier de la lame diffuse et le nombre des rétines; il en résulte, *a fortiori*, que de telles relations n'existent pas entre le cerveau et les cristallins, puisque ces derniers se trouvent placés sous la dépendance immédiate des rétines elles-mêmes. Il n'y a pas d'autre lien, entre l'axe central et ses dérivés oculaires, que celui qui unit leurs processus de formation. Encore ce lien n'accouple-t-il les deux processus que dans ce qu'ils ont de général; d'un individu à l'autre on rencontre des variations assez importantes, ici la voûte cérébrale reste mince, là elle s'épaissit et se différencie abondamment en tissu nerveux, tandis que le pédicule optique, sans égard pour ces variations accessoires, porte indifféremment deux yeux, un œil double, ou un seul œil développé. Si l'on dégage de ces détails les phénomènes essentiels, il ne reste plus, comme étant en rapports à peu près constants, que le processus diffus et le processus massif dans ce qu'ils ont l'un et l'autre de général.

C'est là la seule corrélation entre le cerveau et la forme des pédicules optiques, dont on ait actuellement le droit de tenir compte.

Quoi qu'il en soit, le processus initial de la Cyclocéphalie a d'autres conséquences secondaires, celles-ci d'ordre purement mécanique. En effet, par la disposition que ce processus inflige au cerveau, les globes oculaires se trouvent déplacés et viennent prendre contact avec l'ectoderme ventral. Cette situation nouvelle se répercute à son tour sur l'évolution de la partie supérieure de la face;

1. C. Phisalix, *loc. cit.*, p. 98 et 99.

elle commande la disparition, l'existence ou simplement la modification de certaines pièces osseuses : les orbites sont rapprochées l'une de l'autre, l'appareil nasal est supprimé en grande partie, toute la région de la face est mécaniquement altérée.

Ce sont là, disons-nous, des actions mécaniques; cependant, il est singulier de voir le déplacement de l'œil, et surtout la formation d'un seul globe — double ou simple — se répercuter sur les tissus de l'orbite. Il semble qu'il y ait une sorte d'appel, entraînant les pièces squelettiques de l'orbite à se conjoindre sur la ligne médiane, comme une action de présence exercée par l'œil sur les tissus environnants. Car enfin, la situation médiane d'un œil unique, n'exige pas, *a priori*, que l'orbite soit fait de la moitié des deux orbites normaux; il n'est pas d'obstacle matériel, qui empêche les pièces de ces deux orbites de se différencier à part, à leur place habituelle, de part et d'autre de l'œil. Évidemment, l'action qui semble se manifester n'est pas impérative, la constitution des orbites, surtout celle de l'orbite unique, n'est jamais semblable à elle-même; malgré tout, cette action paraît s'exercer bien réellement et n'être pas simplement d'ordre mécanique.

Nous admettons volontiers une action de présence par contact; s'il en était autrement, s'il y avait action corrélative à distance, dans les cas de Cyclopie par avortement d'un œil, l'influence de ce dernier, qui s'exerce parfois sur les dérivations cristalliniennes, devrait s'exercer au même titre sur les différenciations osseuses. Or, les descriptions anatomiques ne mettent en relief aucune particularité que l'on puisse interpréter dans ce sens.

(*A suivre.*)

QUELQUES PARTICULARITÉS

SUR

L'INNERVATION DE LA FACE

Par Albert TROLARD

Externe des hôpitaux.

Les schémas classiques représentant la distribution de la sensibilité à la face sont connus de tous. Nous reproduisons ci-contre ceux que nous empruntons aux auteurs les plus répandus en France.

Notons d'abord une légère différence entre ces deux dessins; la région innervée par le maxillaire supérieur est plus étendue dans le schéma de l'anatomie de Poirier, que dans celui de Testut. Ce dernier auteur, en effet, donne à l'ophtalmique tout le territoire du dos du nez. D'autre part, M. Cunéo (in *Anat.* de Poirier) attribue l'innervation de cette région au maxillaire supérieur. Mais cela d'après les schémas seulement, car dans le texte, aucun de ces auteurs n'indique les filets qui seraient chargés de cette fonction.

Dans la région innervée par le maxillaire inférieur il y a également une différence entre les deux dessins; dans celui de Testut on constate un léger empiétement de l'auriculaire du plexus cervical sur l'angle du maxillaire inférieur. Cet empiétement n'existe pas dans le schéma de Poirier. Voilà pour les dissemblances entre les deux types classiques, dissemblances peu considérables assurément, mais qui ont néanmoins quelque importance puisqu'il s'agit de données devant être utilisées dans la pratique.

Voyons maintenant si ces deux types concordent exactement avec les descriptions :

Parlant de la branche auriculaire du plexus cervical, Testut dit : « Chemin faisant, elle fournit : 1° un ou deux « filets anastomotiques » pour la branche inférieure du facial; 2° plusieurs « filets parotidiens » qui se perdent en partie dans la parotide elle-même, en partie dans la peau qui recouvre cette glande ».

Soulié, dans l'*Anatomie* de Poirier, donne plus de détails sur les filets faciaux de l'auriculaire :

« Le rameau auriculaire antérieur donne constamment, depuis l'angle de la mâchoire jusqu'à la hauteur du lobule de l'oreille, un certain nombre de filets qui se portent en avant vers la glande parotide; on les désigne sous le nom de *filets parotidiens*. Ceux-ci

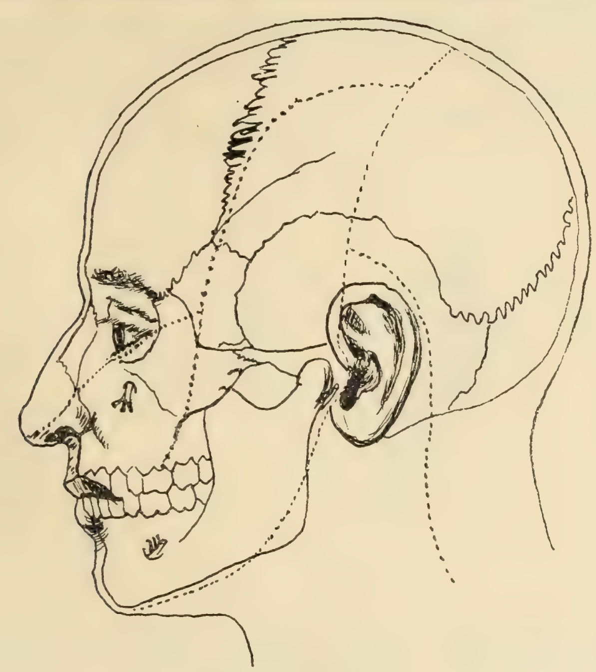


Fig. 1. — D'après Testut.

proviennent quelquefois d'un rameau distinct qui tire son origine de la branche auriculaire avant sa bifurcation. Ces filets nerveux, au nombre de quatre à six, croisent la parotide d'arrière en avant, pour aller innerver la peau de la région qui recouvre cette glande; quelques-uns s'enfoncent dans son intérieur et se mettent en rapport avec les culs-de-sac sécréteurs. Cruveilhier en a vu deux qui, avant de devenir sous-cutanés, se rendaient d'abord à un petit ganglion. Les filets parotidiens les plus inférieurs prennent une direction horizontale et s'unissent, soit aux ramifications terminales du plexus mentonnier, soit aux branches plexiformes du cervico-facial (Valentin). »

On remarquera que ce dernier auteur ne parle pas de l'anasto-

mose de l'auriculaire avec la branche inférieure du facial, point important à notre sens.

Cette réserve faite, il y a accord entre nos deux auteurs pour admettre que la peau de la région parotidienne reçoit des filets sensitifs de l'auriculaire. Pourquoi dès lors, dans les schémas dont il vient d'être question, cette distribution de la sensibilité sur une étendue qui représente un tiers de la face, n'est-elle pas représentée? Pourquoi la sensibilité est-elle attribuée au maxillaire inférieur qui n'y est pour rien?

Ce point de notre étude nous paraît bien établi, d'après les

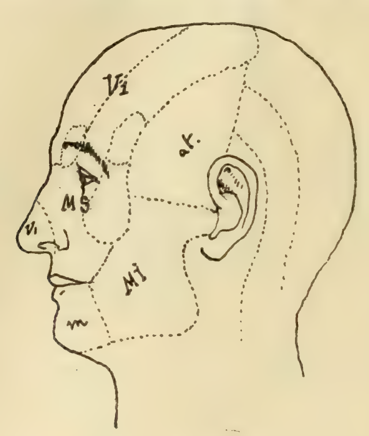


Fig. 2. — D'après Cunéo.

classiques eux-mêmes; mais nous voulons montrer que le territoire sensitif de l'auriculaire est encore plus étendu que celui qui vient d'être indiqué et que nous avons admis momentanément parce qu'il ne peut faire l'objet d'aucune contestation.

Nous noterons d'abord que Cruveilhier (1877) parlant des filets parotidiens, dit en « avoir suivi jusque dans la peau qui recouvre la pommette ».

Hirschfeld fait aller très loin aussi ces branches de l'auriculaire et il donne le nom de « faciaux » aux filets parotidiens qu'il prolonge jusque dans la région malaire.

Frohse, joignant une description rapide à un schéma, dit : « L'auriculaire se divise en trois branches au niveau du lobule de l'oreille : 1° une branche antérieure qui innerve la peau de la région parotido-massétérine. Cette branche s'anastomose souvent avec l'auriculo-temporal... ; 2°, etc. »

Enfin, ce qui nous a déterminé à envisager d'un peu plus près la question de l'innervation de la face c'est la figure de Fedor Krause qui représente les troubles de la sensibilité après l'ablation du ganglion de Gasser. Voici l'explication de cette figure : « L'anesthésie n'était complète qu'au niveau de la zone *a*. Bien que très marquée, elle n'était pas absolue au niveau des zones *b* et *c*; elle était très atténuée au niveau des zones *d* et *e* et faisait presque entièrement défaut dans la zone *f*, qui est pourtant du ressort anatomique de la cinquième paire. »

Soulié explique ainsi ce défaut de concordance entre les limites

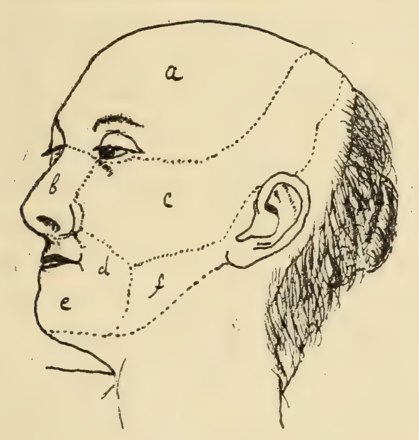


Fig. 3. — D'après F. Krause.

anatomiques normales et celles constatées après l'extirpation du ganglion de Gasser. « Les limites des territoires cutanés sont loin d'être aussi tranchées que le représentent les schémas que l'on donne ordinairement de ces territoires. Il y a empiétement ou mieux superposition réciproque. Bien qu'il faille tenir compte de la sensibilité récurrente, c'est surtout cette superposition qui explique qu'après section d'une des branches du trijumeau, la zone anesthésique soit toujours moins étendue que ne le laisserait supposer la disposition anatomique de la branche coupée. »

Évidemment, les territoires respectifs des trois branches du trijumeau n'ont pas de limites invariables; et nous comprendrions qu'après la résection de l'une de ces trois branches l'on eût constaté une différence en plus ou en moins dans l'étendue de la surface dépendant de cette branche. Mais puisque c'est le ganglion de Gasser qui a été enlevé, nous ne voyons pas bien comment

peuvent se produire ces empiétements ou ces suppléances dans l'innervation de troncs nerveux mis tous les trois dans le même état d'impuissance.

La présence de nerfs provenant d'une source différente peut, à notre avis du moins, donner seule l'explication de la persistance atténuée ou non, de la sensibilité.

On remarquera d'ailleurs que la persistance de la sensibilité dans la zone *f* est caractéristique. Dans cette zone, la sensibilité est due aux filets dits « parotidiens » de l'auriculaire, ainsi que cela a déjà été relevé plus haut. Dans la zone *d* et *e* l'anesthésie est « très atténuée », ce qui semble vouloir dire que l'on n'est pas très certain de l'y avoir constatée. Nous allons voir que fréquemment ces deux zones sont innervées par l'auriculaire. Enfin dans les zones *c* et *b* elle n'est pas absolue. Nous trouverons aussi l'explication de la conservation d'une partie de la sensibilité, au moins pour une partie de la zone *c* dans la présence de rameaux venant de l'auriculaire. Les lacunes auxquelles ne s'appliquera pas notre explication seront : le dos du nez et la bande temporale innervée par l'auriculo-temporal, car sur ces deux points, nous n'avons jamais rencontré trace de filets auriculaires.

Avant d'aborder l'étude de l'auriculaire, comblons un vide que nous avons signalé à propos de la sensibilité du dos du nez. Comme on l'a vu, M. Cunéo attribue cette sensibilité au maxillaire supérieur et Testut à l'ophtalmique, sans du reste en parler dans leurs textes.

De nos recherches, il résulte qu'un filet venant du nasal externe, soit directement de celui-ci, soit de l'une de ses branches de terminaison, se répand plus ou moins bas sur le dos du nez. Nous avons pu le suivre jusqu'au bord inférieur de l'os propre du nez. Sur les six préparations où nous avons cherché ce filet, une fois nous n'avons pu le rencontrer et n'avons pu découvrir celui qui le suppléait. Il faut en accuser notre dissection, car il n'est pas admissible que cette région soit dépourvue du nerf sensitif. Les classiques font arrêter le nasal à la racine seule du nez.

Une fois, le nerf dorsal du nez manquant, nous avons rencontré une branche qui partait à angle droit du rameau le plus interne du sous-orbitaire et remontait dans l'angle naso-génien jusqu'à l'angle interne de l'œil. Quoiqu'il fût éloigné du dos du nez, c'était probablement lui qui donnait la sensibilité ; nous disons probablement, car nous n'avons vu aucun filet s'en détacher et s'y rendre.

Nous ne serions pas éloigné de croire que dans le cas d'absence du nerf dorsal venant du nasal externe, c'est le sous-orbitaire qui serait chargé de la suppléance. Mais ce cas, d'accord avec le schéma de M. Cunéo, serait l'exception [1].

Le filet dorsal du nez doit donc prendre rang au même titre que les filets du nasal externe qui vont au front, au sac lacrymal et à la racine du nez. Il est d'ailleurs représenté dans une des planches d'Hirchfeld et de Frhose, dans deux de Bourgery et Jacob, mais sans indication particulière. Dans Bourgery on voit une irradiation de filets nerveux, parmi lesquels le filet en question, avec cette seule rubrique : rameau nasal externe de la branche ophtalmique.

Nous arrivons maintenant aux filets parotidiens de l'auriculaire qui mériteraient plutôt le nom de nerfs faciaux, ainsi qu'on va le voir.

Sur seize préparations, nous avons rencontré cinq fois une disposition se rapprochant plus ou moins du type suivant : l'auriculaire, au-dessous de l'angle du maxillaire, se divise en deux branches : une inférieure, faciale proprement dite; l'autre, supérieure, auriculo-faciale.

La première, oblique en avant et en dedans, gagne le bord postérieur du maxillaire inférieur et se divise en deux branches : l'une qui suit la branche horizontale du maxillaire dans sa partie moyenne et peut être poursuivie jusqu'au niveau du trou mentonnier; l'autre croise le masséter, parvient sur le buccinateur et se rapproche plus ou moins de la commissure des lèvres. Dans un cas, il y avait anastomose avec le buccal.

La seconde division de l'auriculaire, qui représente la continuation du nerf, monte perpendiculairement, puis un peu au-dessous du lobule de l'oreille se divise en deux rameaux : un auriculaire, l'autre facial. Ce dernier se dirige en dedans parallèlement à l'arcade zygomatique et arrive jusqu'au jugal. J'ai rencontré l'anastomose signalée par Valentin entre la branche « auriculaire interne » et le rameau auriculaire postérieur du facial.

Il est entendu qu'il s'agit d'une description typique, car aucune

1. Au sujet de la division du nasal externe, point qui a été examiné par plusieurs anatomistes à propos du procédé de Badal (arrachement du nasal externe dans le glaucome), nous mentionnons que, dans un cas, nous avons vu la division se faire au niveau de la naissance du nasal interne.

Sur cette même pièce, le nerf sus-trochléaire d'Arnold croisait à angle aigu un filet qui venait du tronc du pathétique et allait rencontrer le frontal avant ses divisions terminales. Béraud et Valentin ont insisté sur cette anastomose.

des cinq préparations ne répond d'une façon absolument exacte à ce type, sauf pour les terminaisons.

C'est ainsi que le rameau zygomatique est fourni dans deux cas par la première division de l'auriculaire; que le rameau bucco-massétérin est fourni par la division postérieure, dans un autre cas; que ce dernier rameau, au lieu d'être superficiel dans tout son parcours, sera d'abord enfoui dans la cavité parotidienne, pour venir ensuite émerger à la surface; c'est ainsi enfin que ce rameau, non seulement sera en plein fond de la cavité parotidienne, à son origine, mais encore que là, il aura un trajet descendant avant d'émerger.

Bien que ces trois sortes de cas se séparent très nettement les uns des autres, ils ne seraient, à notre avis, que des variétés d'une disposition commune, dont le type serait constitué par les premiers. En effet, lorsque les rameaux faciaux de l'auriculaire sont ou absents, ou peu nombreux, ou peu développés, lorsqu'ils ne sont représentés que par un ou deux rameaux, ils sont suppléés par les divisions du facial sur lequel sont venues se jeter des branches de l'auriculaire. Il se passe pour la branche cervico-faciale recevant une ou plusieurs anastomoses de l'auriculaire, ce qui se passe pour le temporo-facial, recevant une ou plusieurs anastomoses de l'auriculo-temporal.

C'est ce que nous avons constaté dans nos recherches, qui n'ont fait que confirmer d'ailleurs, ce que nous avons ensuite découvert dans les atlas de Bourgery et d'Hirschfeld. La planche 41 de Bourgery montre, dans la figure 1, deux anastomoses de l'auriculaire avec le facial, l'une avec la division cervico-faciale; l'autre, avec le tronc même du nerf. Dans la figure 2, l'anastomose se fait par une sorte d'arc, dont l'une des extrémités va au cervico-facial et l'autre au tronc du nerf.

La planche 46 ne contient pas moins de cinq rameaux étendus entre l'auriculaire et le cervico-facial.

Nous n'avons pas, pour notre part, rencontré ces rameaux anastomotiques que les figures des deux atlas cités représentent superficiels. Dans les trois cas où nous les avons disséqués, ils étaient profondément situés dans le creux parotidien. Cette différence dans leur position, n'enlève aucune valeur au fait et nous pensons que ces anastomoses doivent prendre rang au même titre que celles de l'auriculo-temporal avec le temporo-facial.

Nos auteurs, du reste, les indiquent; Testut et Cunéo, comme on

l'a vu plus haut, parlent « de un ou deux filets anastomotiques pour la branche inférieure du facial ».

Nous croyons donc que l'on peut tenir comme démontrée, la distribution de la sensibilité dans la plus grande partie de la région génienne par l'auriculaire, soit directement, soit par les branches du facial.

Ce mode de répartition de la sensibilité n'est pas constant; nous l'avons, dans d'autres cas, trouvé remplacé par un système emprunté soit au sous-orbitaire, soit au buccal. Trois fois, nous avons rencontré un fort rameau étendu du trou sous-orbitaire à l'angle du maxillaire, où, très aminci, il venait s'anastomoser avec le cervico-facial. Une fois, la moitié inférieure de ce rameau venait du buccal. Dans ce cas, existait sur le buccinateur un losange de 6 millimètres de côté et dont l'intérieur était comblé par un treillis nerveux. C'était comme un épanouissement du buccal qui venait se jeter sur sa face profonde. De son angle externe partaient deux rameaux qui se dirigeaient en arrière et en bas, pour venir aboutir à l'angle du maxillaire, où ils s'anastomosaient avec le cervico-facial; de son angle interne, une grosse branche qui allait au trou sous-orbitraire; de son angle supérieur, une branche qui se jetait dans un rameau transversal du facial; enfin de son angle inférieur, des branches buccales et labiales inférieures.

A propos du buccal, il nous semble qu'il est un peu sacrifié dans les descriptions; on ne lui consacre pas beaucoup de détails. Dans les dessins, il n'occupe qu'une place bien modeste. D'un autre côté, dans les schémas de la répartition de la sensibilité faciale, c'est lui qui animerait toute la région jugo-massétérine, que nous venons d'attribuer à l'auriculaire; on ne voit pas, en effet, en dehors de lui, la branche du maxillaire inférieur qui serait chargée de cette fonction. Entre ces deux extrêmes, nous estimons qu'il y a place pour une description plus conforme à la réalité. Il nous a semblé en effet que si parfois ce nerf est réduit à quelques branches terminales, d'autres fois, il est volumineux et donne un beau plexus, d'où partent des rameaux relativement volumineux et une ou plusieurs anastomoses avec le facial qui lui emprunte ses propriétés sensitives.

Dans quelles proportions se présentent les diverses dispositions de l'auriculaire et les cas où le sous-orbitaire et le buccal interviennent? Nous avons pensé que ce n'était pas avec notre petit

nombre d'observations qu'il était possible de fixer même approximativement ces proportions, nous continuerons nos recherches et peut-être pourrons-nous un jour présenter des propositions fermes [1].

Pour en terminer avec l'innervation de la région, mentionnons l'empiétement du transverse cervical sur le maxillaire inférieur. Cet empiétement n'est pas constant, mais nous l'avons rencontré assez fréquemment (un quart des cas) pour qu'il mérite de figurer dans une description complète. Cette branche, après s'être entrecroisée (et anastomosée dans un cas) avec le cervico-facial, aborde le maxillaire dans son tiers antérieur, couvre le bas de la région et peut être suivie jusqu'à la symphyse.

Avant de conclure, nous dirons qu'à propos des schémas, il serait peut-être nécessaire de spécifier une restriction, lorsqu'on délimite dans la région temporale, le territoire dévolu à l'auriculo-temporal. Dans ce territoire il y a deux parts bien distinctes : l'une attribuable à l'auriculo-temporal lui-même; l'autre, au facial qui est devenu mixte à la suite de l'apport de l'auriculo-temporal au niveau du condyle; nous avons rencontré un cas, où indépendamment de l'anastomose classique, deux des branches du facial temporal recevaient chacune un rameau de l'auriculo-temporal; dans Bourgery et Jacob, ce cas est du reste représenté. On a donc raison d'attribuer à l'auriculo-temporal la sensibilité de la tempe; mais il nous semble que l'on devrait faire suivre cette énonciation, d'une réserve : à savoir que, dans la plus grande partie de la région, c'est le facial qui est chargé de distribuer les filets sensitifs de l'auriculo-temporal.

Nous ajouterons que la part directe prise par ce dernier nerf lui-même, nous a paru bien plus restreinte que celle qui est représentée dans les dessins des ouvrages et atlas. Il est « considérablement amoindri », comme le dit Testut, quand il devient vertical et émerge pour gagner la tempe. Pour notre part, nous n'avons pu le suivre que plus ou moins près de la bosse pariétale, bien que les auteurs le fassent aller au delà.

Frhose va plus loin : il attribue à l'auriculo-temporal toute la

1. *Variétés.* La région qui vient d'être décrite comme territoire de l'auriculaire, peut aussi être innervée exclusivement ou en partie, soit par un rameau partant du trou sous-orbitaire et allant à l'angle maxillaire, soit par un rameau venant d'un plexus du buccal.

région parotido-massétérine[1]. Jamais nous n'avons rencontré de filets descendants de l'auriculo-temporal. Ce même auteur ajoute qu'il y a un balancement entre l'auriculo-temporal et l'auriculaire du plexus cervical. Nous avons vu quelle part il fallait donner à cet auriculaire.

Sans y attacher plus d'importance qu'elle ne mérite, nous croyons donc nécessaire cette distinction à propos de l'auriculo-temporal. Le territoire dévolu à ce nerf dans les schémas donne une fausse idée de la distribution anatomique de ce nerf. Au point de vue physiologique l'indication est exacte, mais au point de vue anatomique, elle ne l'est plus.

Le nerf facial est, il est vrai, un nerf mixte, depuis qu'on lui a adjoint l'intermédiaire de Wrisberg, mais ce n'est évidemment pas ce minuscule filet qui lui apporte ce dont il a besoin pour distribuer la sensibilité aussi largement qu'il le fait. C'est à l'auriculo-temporal pour sa branche supérieure, qu'il doit de devenir un nerf mixte; il n'est donc pas, à notre sens, inutile de spécifier et cela d'autant mieux qu'il n'y aurait plus aucune raison de relever comme des particularités, les terminaisons du facial dans la peau, terminaisons qui ne sont pas plus singulières que celle du médian, par exemple, à la peau de la main.

De même les apports de l'auriculaire à la branche inférieure du facial, doivent être spécifiés avec soin, car ils expliquent aussi son rôle sensitif et ses terminaisons dans la peau.

Nous terminerons enfin par une dernière remarque. La place attribuée aux frontaux nous a paru trop large. Les gros rameaux du facial qui s'engagent sous le peaucier du front ne sont pas seulement destinés à la motricité de ce muscle. Comme on l'a déjà signalé d'ailleurs, des filets traversent ce muscle et vont à la peau; il faut donc étendre, aux dépens de l'ophtalmique, le territoire du facial mixte.

Résumé.

Ophtalmique. — Son territoire frontal doit être diminué en dehors d'environ un tiers. La peau du nez jusqu'aux ailes lui appartient.

Maxillaire supérieur. — Aile du nez, lèvre supérieure, commis-

1. Donc cet auteur élimine aussi le buccal en tant que nerf de la région parotido-massétérine. Et alors que reste-t-il pour cette région?

sure des lèvres, paupière inférieure, joue, jusqu'à une ligne courbe passant un peu en dehors du trou malaire et venant se terminer à la commissure labiale.

Maxillaire inférieur. — Région temporale avec empiétement sur le front, les 9/10 de ce territoire innervés par le facial mixte, le dernier dixième par l'auriculo-temporal.

Région du maxillaire inférieur, limitée en dehors par une ligne courbe qui part de celle délimitant en dehors le territoire du nerf précédent et vient aboutir au bord du maxillaire en passant un peu en dehors du trou mentonnier.

Auriculaire (plexus cervical). — Tout ce qui est en dehors de la région du maxillaire supérieur et de la région mentonnière délimitée par cette ligne jugo-maxillaire et tout ce qui est au-dessous de la région temporale; toute cette région (jugo-parotido-massétérine) est innervée soit par des rameaux, au nombre de trois venant directement de l'auriculaire; soit par des branches du facial devenu mixte, c'est-à-dire ayant reçu des anastomoses de l'auriculaire; soit enfin à la fois par des rameaux courts de l'auriculaire ne dépassant pas la région parotidienne et par le facial mixte.

Transverse cervicale. — Partie inférieure du maxillaire inférieur, dans son tiers antérieur.

Cette distribution de la sensibilité à la face n'est pas présentée, est-il besoin de le dire? comme absolue; on rencontrera certainement des empiétements de territoires les uns sur les autres; mais nous pensons qu'elle pourra être conservée dans son ensemble.

Quoi qu'il en soit, et en admettant que cet ensemble soit modifié, nous nous déclarerons satisfaits si notre modeste travail appelle l'attention des anatomistes sur un point dont l'importance pratique n'échappera à personne [1].

Paris, août 1901.

1. Lorsque je communiquai ces recherches à la Société d'anatomie, un interne des hôpitaux me dit avoir remarqué que dans un cas de zona du plexus cervical les vésicules s'étendaient assez loin sur la face. Malheureusement cet interne n'a pu retrouver l'observation détaillée de ce cas; ce qui nous aurait donné d'intéressantes notions sur ce sujet.

BIBLIOGRAPHIE

L'Unité dans l'être vivant (*Essai d'une biologie chimique*), par Félix Le Dantec. F. Alcan, Paris, 1902.

Dans ce livre, Le Dantec présente en quelque sorte la synthèse des nombreuses publications où il a exposé ses idées sur la biologie.

Esprit précis et avide d'explication, mais, en même temps, réfractaire à toute idée d'autorité et ne s'en tenant, dit-il, qu'au fait bien observé et inattaquable (?), cet auteur a voulu construire une théorie chimique de la vie et de l'hérédité qui tend à tout expliquer, sans aucune hypothèse spéciale, jusqu'à « cette *unité* si mystérieuse et si imprévue de l'animal supérieur et de l'homme ».

Pour résoudre ce vaste problème, il applique à la biologie le raisonnement déductif, associé à une méthode nouvelle qu'il appelle la *méthode de la navette.*

« Je suis convaincu, dit-il, qu'il est possible, par l'application rationnelle de la méthode déductive, de pénétrer profondément dans les arcanes de la vie cellulaire, en se servant comme point de départ, non pas seulement des données histologiques, mais encore *et surtout* des résultats de l'observation des phénomènes d'ensemble qui se manifestent chez les êtres pluricellulaires les plus élevés en organisation. » C'est ainsi qu'en raisonnant sur des blastomères, supposés posséder exactement les propriétés fondamentales des êtres unicellulaires, Le Dantec avait déjà conçu une théorie nouvelle de la vie.

Mais là ne s'arrête pas aujourd'hui son mode d'investigation. « Une fois en possession d'une connaissance plus approfondie des propriétés des cellules, nous recommencerons nos déductions, écrit-il, avec ces nouvelles acquisitions comme point de départ; nous réaliserons ainsi, pour les êtres supérieurs, une approximation plus grande que la première fois, *et ainsi de suite*; nous ferons la *navette* entre les êtres unicellulaires et les êtres supérieurs et, à chaque fois, les premiers nous expliqueront davantage les seconds, les seconds nous feront pénétrer plus profondément dans la connaissance des premiers. »

Il est impossible de résumer en quelques lignes un livre de la nature de cet ouvrage. Il faut suivre l'auteur pas à pas dans la série de cha-

pitres intéressants où il considère successivement : l'espèce et l'individu, l'hérédité et la sexualité, le mécanisme de l'imitation et enfin les principes de classification.

Toutes ces questions, l'auteur les aborde avec un esprit critique puissant et les résout ensuite avec une logique et une simplicité qui séduisent de prime abord. Au fond, il n'y a là qu'un nouveau système à ajouter à tous ceux que l'on a construits toujours avec la même logique et le même esprit dogmatique, depuis Democrite et Épicure jusqu'à nos jours. Ce système servira-t-il mieux la science que n'ont pu le faire ses devanciers? Conduira-t-il à de nouvelles découvertes? C'est ce que nous voulons espérer.

Gustave Loisel.

Le propriétaire-gérant : Félix Alcan.

Coulommiers. — Imprimerie Paul BRODARD.

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

Paraîtront en Mai

MANUEL D'HISTOLOGIE PATHOLOGIQUE

PAR

V. CORNIL ET **L. RANVIER**

Professeur à la Faculté de médecine, Membre de l'Académie de médecine, Médecin de l'Hôtel-Dieu.

Professeur au Collège de France, Membre de l'Institut, Membre de l'Académie de médecine.

AVEC LA COLLABORATION DE MM.

A. BRAULT ET **M. LETULLE**

Médecin de l'hôpital Lariboisière, Chef des travaux pratiques d'anatomie pathologique à la Faculté de médecine.

Professeur agrégé à la Faculté de médecine, Médecin de l'hôpital Boucicaut.

TOME DEUXIÈME

G. Durante. Les muscles. — **J. Jolly.** Le sang. — **H. Dominici.** L'hématopoièse. — **A. Gombault et C. Philippe.** Généralités sur le système nerveux.

1 vol. in-8, avec gravures en noir et en couleurs, dans le texte......... **25** fr.

Précédemment paru

TOME PREMIER

L. Ranvier. Généralités sur l'histologie normale. Cellules et tissus normaux. — **V. Cornil.** Généralités sur l'histologie pathologique. Altération des cellules et des tissus. Des inflammations. — **A. Brault.** Des tumeurs. — **F. Bezançon.** Notions élémentaires sur les bactéries. — **Maurice Cazin.** Lésions des os. Lésions du tissu cartilagineux. Anatomie pathologique des articulations. — **V. Cornil.** Des altérations du tissu conjonctif. Lésions des membranes séreuses.

1 vol. in-8, avec 369 gravures en noir et en couleurs, dans le texte.... **25** fr.

L'ouvrage complet comprendra 4 volumes.

LEÇONS DE CLINIQUE CHIRURGICALE

(*Hôtel-Dieu, 1901*)

par **F. LEGUEU**

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, Chirurgien des Hôpitaux.

1 volume grand in-8 avec 76 gravures.................................. **12** fr

---

Traité de l'intubation du larynx, **dans les sténoses laryngées aiguës et chroniques de l'enfant et de l'adulte,** par le Dr **A. BONAIN**, chirurgien adjoint à l'hôpital civil de Brest, chargé du service spécial des maladies du nez, des oreilles et du larynx. 1 vol. in-16 de la *Collection médicale*, avec 46 figures, cartonné à l'anglaise....... **4** fr

---

Physiologie. **Travaux du laboratoire** de M. **Ch. RICHET**, professeur à la Faculté de médecine de Paris. Tome V. *Muscles et nerfs. — Thérapeutique de l'epilepsie. — Zomothérapie.— Réflexes psychiques.* 1 vol. in-8 avec fig. **12** fr.

Les quatre tomes précédemment parus : chacun 1 vol. in-8.......... . **12** fr.

VIENT DE PARAITRE :

MANUEL D'ÉLECTROTHÉRAPIE ET D'ÉLECTRODIAGNOSTIC

Par le Docteur **E. ALBERT-WEIL**

Chef du service d'électrothérapie à la clinique chirurgicale infantile de l'hôpital Trousseau.

1 vol. in-12 de la *Collection médicale*, avec 80 grav. dans le texte, cart. à l'angl. **4** fr.

De tous les agents physiques, les modalités électriques sont ceux dont les applications médicales sont les plus nombreuses et les plus efficaces. Mais si tout médecin praticien ne peut pas faire de l'électrothérapie, il doit être familiarisé avec les principales propriétés de cette médication, la conseiller en temps opportun et savoir discerner parmi les nombreuses formes de l'énergie électrique utilisables en médecine, celles qui doivent être conseillées aux malades.

Ce manuel a pour but de faire connaître la manière de les appliquer à l'organisme humain et le bénéfice qu'on en peut retirer pour le diagnostic et la thérapeutique.

L'ouvrage est divisé en quatre parties, consacrées : la première à la description des instruments et à la technique de leurs applications ; la seconde aux effets et aux indications des modalités de l'énergie électrique ; la troisième au diagnostic et la quatrième aux applications thérapeutiques.

L'auteur passe successivement en revue les maladies de la nutrition, du système nerveux, du système musculaire et articulaire, des appareils digestif, respiratoire, circulatoire, lymphatique, génito-urinaire de l'homme, des organes génitaux de la femme, les maladies de la peau, des organes des sens et de la voix. Un certain nombre d'observations types permettent de suivre les effets de la médication électrique et les résultats obtenus.

Ce livre, par la quantité de renseignements qu'il contient, sera consulté utilement par tous les médecins désireux de se tenir au courant des nouvelles méthodes introduites ces dernières années dans l'électrothérapie et l'électrodiagnostic.

TABLE DES MATIÈRES

Le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* paraît tous les deux mois :

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

Un numéro .... 6 fr. »
Un an, pour Paris .... 30 »
— pour les départements et l'étranger .... 33 »

CHAQUE LIVRAISON CONTIENT :

1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre, accompagnés de planches hors texte en noir et en couleurs, et de gravures dans le texte;
2° Des *analyses et comptes rendus* de travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangères;

IL A EN OUTRE POUR OBJET :

La *tératologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie* et la *médecine legale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie;
Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine, de la chirurgie et de l'obstétrique.*

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la librairie FÉLIX ALCAN, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6e).

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

Pratique de la chirurgie courante, par le Dr **Marius CORNET**. Préface de M. le prof. OLLIER. 1 fort vol. in-12, avec 111 gravures dans le texte. **6 fr.**

La syphilis et les maladies vénériennes, par le Dr **FINGER**, de Vienne. *Deuxième édition française*, traduite d'après la quatrième édition allemande, avec une introduction et des notes, par MM. DOYON et SPILLMANN. 1 vol. in-8, avec 6 planches en couleurs, lithographiées, hors texte.... **12 fr.**

Anatomie et physiologie végétales (*à l'usage des étudiants en sciences naturelles des universités, des élèves de l'Institut agronomique, des écoles d'agriculture, etc.*), par **Er. BELZUNG**, professeur agrégé des sciences naturelles au lycée Charlemagne. 1 fort vol. in-8, avec 1700 gravures dans le texte........ **20 fr.**

FÉLIX ALCAN, *Editeur*, **108, Boulevard Saint-Germain, PARIS.**

DICTIONNAIRE DE MÉDECINE

par les Drs **E. BOUCHUT** et **A. DESPRÉS**

Sixieme Edition au courant des derniers Progrès de la Science.

1 magnifique volume de 1630 pages in-4° sur 2 colonnes, avec 1000 gravures dans le texte. **Indispensable aux Familles**

PRIX : BROCHÉ, 25 FR. ; — RELIÉ, 30 FR. *Franco contre Mandat.*

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

7514

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

Fondé par **CHARLES ROBIN** (1864-1885)

Continué par **GEORGES POUCHET** (1885-1894)

PUBLIÉ PAR **MATHIAS DUVAL**

Membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine

AVEC LE CONCOURS DE MM.

RETTERER
Professeur agrégé à la Faculté de médecine
de Paris.

TOURNEUX
Professeur à la Faculté de médecine
de Toulouse.

XXXVIIIe ANNÉE, 1902. — N° 4. — JUILLET-AOUT

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

PARIS, 6^e

1902

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

Revue de Médecine et Revue de Chirurgie

La *Revue de médecine et la Revue de chirurgie*, qui constituent la 2e série de la *Revue mensuelle de médecine et de chirurgie*, paraissent tous les mois; chaque livraison de la *Revue de médecine* contient 5 à 6 feuilles grand in-8; chaque livraison de la *Revue de chirurgie* contient de 8 à 9 feuilles grand in-8.

S'ADRESSER POUR LA RÉDACTION :

Revue de médecine : à M. le Dr **Landouzy**, 4, rue Chauveau-Lagarde, à Paris (8e), ou à M. le Dr **Lépine**, 30, place Bellecour, à Lyon.

Revue de chirurgie : à M. le **Dr F. Terrier**, 11, rue de Solférino, Paris (7e).

POUR L'ADMINISTRATION :

A M. **Félix Alcan**, libraire-éditeur, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6e).

PRIX D'ABONNEMENT :

Pour la Revue de Médecine	Pour la Revue de Chirurgie
Un an, Paris . . . . **20** fr.	Un an, Paris . . . . **30** fr.
— Départements et étranger. **23** fr.	— Départements et étranger. **33** fr.
La livraison, **2** fr.	La livraison, **3** fr.

Les *deux Revues* réunies, un an, Paris, **45** fr.; départements et étranger, **50** fr.

Les quatre années de la *Revue mensuelle de médecine et de chirurgie* (1877, 1878, 1879 et 1880) se vendent chacune séparément 20 fr.; la livraison, 2 fr.

Les vingt et une premières années (1881 à 1901) de la *Revue de médecine* se vendent le même prix. Les dix-huit premières années de la *Revue de chirurgie*, 20 fr. Les autres années, 30 fr.

Revue de l'École d'Anthropologie de Paris

RECUEIL MENSUEL (**12e année, 1902**)

PUBLIÉ PAR LES PROFESSEURS.

Abonnement : France et étranger, **10** fr. — Le numéro, **1** fr.

Revue de Thérapeutique Médico-Chirurgicale

Rédacteur en chef : Dr RAOUL BLONDEL.

Un an : France **12** fr.; étranger, **13** fr.

MAN

A Monthly Record of Anthropological Science

PUBLISHED UNDER THE DIRECTION OF
THE ANTHROPOLOGICAL INSTITUTE OF GREAT BRITAIN AND IRELAND

Under the above title, the Anthropological Institute has established a Monthly Record of progress in the various branches of the Study of Man.

Its contents include contributions to Physical Anthropology, Ethnography, and Psychology; the Study of Language, and the earlier stages of Civilisation, Industry, and Art; and the History of Social Institutions and of Moral and Religious Ideas.

Each number of " MAN " consist of 16 imperial 8vo pages, with occasional ilustrations in the text; together with a full-page plate, and will include :

(1) Original articles, notes, and correspondence.
(2) Reviews of books, and summaries of Journals and Proceedings.
(3) Reports of Meetings of Societies.
(4) Descriptive notices of Museums and private collections.
(5) Bibliographies.

For convenience of reference, each article furnished with catch titles in clarendon type, giving the subject and the author's name and with a distinct reference number in the margin.

Man may be obtained from the Anthropological Institute
3 Hanover Square, London, W., and through all Booksellers.

Price 1s. (1.25 fcs.) *Monthly*; *Or* 10s. (12.50 fcs.) *Subscription per Annum, prepaid.*

RECHERCHES

SUR LE TESTICULE EN ECTOPIE

PAR

G. FÉLIZET et **Albert BRANCA**

Chirurgien de l'Hôpital Bretonneau. Ancien interne des hôpitaux de Paris.

(Planches VIII a XI.)

Introduction et technique.

Ce mémoire[1] est le second que nous consacrons au testicule en ectopie; il complète son aîné sur plus d'un point. Il s'en faut de beaucoup, toutefois, que nous ayons résolu toutes les questions que nous nous sommes posées. La faute en est un peu au « matériel » qui nous était nécessaire : les glandes en ectopie ne sont pas d'observation fréquente, et l'organe que nous étudions compte parmi ceux dont l'étude est le plus difficile.

Quoi qu'il en soit, nous avons eu un souci constant : celui d'utiliser des recherches d'un ordre un peu spécial à la solution des problèmes que soulève encore la glande génitale. Nous espérons avoir apporté ici quelques faits nouveaux, car dans notre esprit, ce mémoire devait être, avant tout, un exposé de faits. De parti pris, nous nous sommes gardés d'hypothèses hâtives et brillantes. En maint endroit, nous avons dû faire l'aveu de notre ignorance ou de notre incertitude : une réserve de bon aloi n'est pas pour déplaire au lecteur compétent : elle marque le chemin parcouru, et celui qui reste à faire.

Pour que les résultats que nous exposons soient comparables entre eux, nous nous sommes astreints à n'examiner que des testi-

1. 1898, G. Félizet et A. Branca, Histologie du testicule ectopique, *Journ. de l'anat. et de la phys.*, p. 589.

cules humains[1]. Pour tirer tout le parti possible des matériaux dont nous disposions, nous nous sommes fait une règle d'examiner seulement des pièces fixées dans des conditions irréprochables.

Ces pièces ont été débitées en menus fragments. Tel testicule d'enfant a été sectionné en 15 ou 17 morceaux. Tous ces morceaux nous les avons coupés. Pareille besogne était longue, sans doute, et souvent fastidieuse. Elle s'imposait pourtant. Notre expérience antérieure nous avait appris qu'un testicule donné peut présenter, en des régions différentes, des structures et des particularités différentes.

Fidèles à la méthode des observations convergentes, nous avons fixé toutes nos pièces en partie dans des liquides à base de sublimé, en partie dans les liqueurs osmiques.

Parmi les solutions à base de sublimé, nous avons surtout fait usage d'un mélange picro-acéto-formo-mercurique dont nous avons fait connaître la technique, il y a quelques années[2]. Quant aux pièces fixées dans la liqueur forte de Flemming ou dans l'Hermann, elles ont été teintes, au violet de gentiane (méthode de Bizzozero), ou à la safranine. Les colorations du fond ont été obtenues avec le vert lumière, l'acide picrique, ou le picro-carmin d'indigo. Nous avons eu l'occasion de faire usage de la triple coloration de Flemming (safranine, violet de gentiane, orange). Cette méthode nous paraît être, pour l'épididyme, une méthode de choix. C'est ainsi que la juge Henry dans son travail sur la fonction sécrétoire de l'épididyme.

Nous n'avons pas voulu reproduire ici l'histoire anatomique du testicule ectopique[3] : aussi notre travail ne comprend-il que deux parties. Dans la première qu'on ne lit généralement pas, nous avons rassemblé une série d'analyses histologiques, qui sont nos « pièces justificatives ». Puis, nous établissons la structure et l'histogénèse du testicule ectopique, à l'aide des documents que nous fournissent nos observations, tant anciennes que nouvelles.

Et pour conclure, nous résumons les faits que nous avons plus particulièrement étudiés, au cours de ce nouveau mémoire.

1. A titre de comparaison, nous donnons l'observation d'un testicule ectopique de chien.

2. 1899, *Journ. de l'anat. et de la phys.*, p. 767.

3. Le lecteur que cette bibliographie pourrait intéresser voudra bien se reporter à notre mémoire de 1898, où il trouvera également le résumé de nos vingt-quatre premières observations. L'observation XX se rapporte à un testicule ectopique, que nous devons à l'obligeance du Dr Cazin.

PREMIÈRE PARTIE

Observations.

Nos observations se répartissent en deux groupes.

Elles ont trait à des testicules infantiles ou à des testicules pubères provenant tous de l'espèce humaine, à l'exception de la pièce 51.

Les observations du 1er groupe ont trait à des sujets de 6 (obs. XLII), 8 (obs. XL), 9 (obs. XXXIII) et 12 ans (obs. XLV).

Celles du 2e groupe se rapportent à des jeunes gens ou à des adultes.

12 ans 1/2	Obs. XLIV.
14	Obs. XLVI, XLVII, L.
14 ans 1/2	Obs. XXXVI.
15	Obs. XXXIV.
16	Obs. XXIX.
17	Obs. XXXIX et XLI, XLVIII et XLIX.
18	Obs. XXX, XXXII, XXXVII.
19	Obs. XXXVIII.
20	Obs. XXVI.
23	Obs. XXVIII.
24	Obs. XXV et XLIII.
45	Obs. XXXI.
Adultes d'âge indéterminé.	Obs. XXVII et XXXV

Obs. XXV. — *Testicule d'un sujet de vingt-quatre ans.*

Le testicule apparaît formé de canalicules d'un diamètre de 100 μ. Ces canalicules qui sont creux et dont la lumière atteint 40 μ sont au contact les uns des autres, ou bien séparés par d'étroites cloisons conjonctives.

La paroi propre est formée de 2 à 3 lamelles de substance conjonctive, disposées concentriquement. Entre ces lamelles on trouve des éléments minces que les sections tangentielles permettent d'analyser facilement. Ce sont des cellules polygonales, remarquablement transparentes munies d'un noyau plat, de contour arrondi. Ce noyau renferme toujours un nucléole. Sur quelques tubes, la paroi propre s'est épaissie ; la lamelle la plus interne de la gaine a subi la transformation vitrée ; les cellules épithéliales du revêtement ont plus ou moins disparu ; la lumière du canalicule s'est rétrécie, et s'est même effacée par endroits.

Les cellules de Sertoli se présentent sous deux aspects principaux. Tantôt ce sont des noyaux plongés dans un protoplasma commun, semé

de vacuoles; tantôt au contraire le protoplasma s'est nettement individualisé autour des noyaux et constitue des éléments bien circonscrits, espacés les uns des autres. Mais dans l'un et l'autre cas, les noyaux sphériques ou ovalaires sont disposés sur un seul rang; ils sont munis d'un nucléole et parfois de corps juxtanucléolaires; ils présentent enfin le phénomène de la polychromaticité. Traités par la safranine et le vert lumière, certains noyaux sont clairs, et même incolores; d'autres sont d'un rose vif, et d'un aspect finement grenu. Quant au protoplasma, sa zone basale est souvent infiltrée de granulations graisseuses fines, serrées, de taille égale. Au-dessus du noyau, on trouve enfin dans le corps cellulaire de petits corpuscules uniques ou groupés deux à deux. Ces corpuscules se colorent en violet rose par l'hématéine-éosine, en noir par l'hématoxyline au fer. Nous retrouverons ces corpuscules dans plusieurs observations.

Sur quelques canalicules, les cellules de Sertoli sont rares. De plus au lieu d'être implantées normalement à la membrane propre, ces cellules s'inclinent les unes sur les autres. Corps cellulaire et noyau tendent à devenir parallèles à la paroi du canalicule.

Enfin, on trouve, çà et là, contre la membrane propre, au milieu des cellules de Sertoli, quelques gros éléments, dont le noyau sphérique se colore fortement, à l'inverse des noyaux sertoliens; le corps cellulaire de pareils éléments est clair, et nettement circonscrit; le protoplasma se coagule autour du noyau; il contient peu ou point de graisse. Nous considérons de tels éléments comme des spermatogonies.

Le tissu conjonctif apparaît formé de fibres conjonctives et de cellules fixes. Ces formations sont noyées, par places, dans de larges coagula de plasma, à côté de cellules interstitielles.

Ces cellules, isolées ou rassemblées en îlots, apparaissent à distance des vaisseaux, ou à leur voisinage; elles sont munies d'un noyau rond, central ou excentrique. Leur protoplasma chargé de graisse et de pigment varie d'aspect avec le stade d'évolution de la cellule. Tantôt le protoplasma est homogène, dans toute son étendue; tantôt ce protoplasma est alvéolaire; enfin, entre ces deux types extrêmes, on observe des formes de passage : le protoplasma est homogène autour du noyau et à la périphérie de l'élément; il est alvéolaire partout ailleurs.

Dans le tissu conjonctif que parcourent des vaisseaux et des nerfs, on observe enfin quelques éléments libres dont le protoplasma est chargé de granulations; ces granulations sont très fines et de taille égale; elles sont serrées au point de cacher parfois la présence du noyau; et sur les préparations teintes par les méthodes régressives, on les voit fixer avec élection certains colorants nucléaires tels que la safranine et le violet de gentiane. Il s'agit là de mastzellen.

L'épididyme est représenté par des canaux d'un diamètre de 130 à 220 μ. La lumière atteint 100 μ; l'épithélium de revêtement est de hauteur variable suivant les points considérés; il est partout cilié. Ajoutons que, par endroits, certaines cellules épididymaires augmentent de taille progressivement, pour progressivement diminuer de hauteur; le groupe de

cellules ainsi modifiées simule un feston qui fait saillie dans la lumière du tube épididymaire, à la façon d'une végétation épithéliale.

Obs. XXVI. — *Testicule d'un sujet de vingt ans.*

Le testicule est constitué par des lobes mal délimités. Chacun de ces lobes est formé de tubes creux, dont le diamètre oscille de 97 à 107 μ.

Les canalicules testiculaires sont au contact les uns des autres, ou sont séparés par d'étroites cloisons conjonctives; leur paroi propre est constituée par deux ou trois lamelles concentriques. Ici et là, la paroi propre s'épaissit et cet épaississement va de pair avec la dégénérescence de l'épithélium sertolien.

Cet épithélium se montre sous deux formes qui d'ailleurs peuvent se trouver réunies sur un même tube testiculaire.

a) Tantôt, et c'est le cas le plus fréquent, il simule une nappe protoplasmique semée de noyaux disposés sur un seul rang. Au-dessus de la zone des noyaux, le protoplasma, criblé de vacuoles d'une extrême irrégularité, se montre pourvu de grains, colorés en noir par l'hématoxyline au fer. Ces grains, simples ou couplés, de taille généralement égale sont comparables à ceux que nous avons notés, par exemple, dans l'obs. XXX.

b) Plus rarement, la lumière du tube est arrondie et non plus irrégulière. Elle est circonscrite par un épithélium polyédrique, dont le protoplasma est nettement individualisé. Le noyau occupe la base de la cellule dont le pôle apical dessine un feston, saillant dans la lumière du canalicule séminipare.

Quelques cellules de Sertoli, plus ou moins bien circonscrites, apparaissent encore farcies de fines granulations, qui se colorent en violet par la méthode de Bizzozero, en vert par la méthode de Benda. Ces granulations finissent par se fusionner en boules de plus en plus volumineuses; ces boules volumineuses se teignent autrement que les fines granulations dont elles proviennent; elles sont souvent « feuille morte », et, dans les cellules en voie de dégénérescence granuleuse, on observe les signes classiques de l'atrophie du karyoplasma (diminution de volume du noyau, résorption de la chromatine, disparition de la membrane nucléaire).

Nombre de cellules de Sertoli sont desquamées dans la lumière des tubes testiculaires. Elles sont mêlées à des coagula grossièrement granuleux, qu'il est facile de distinguer du protoplasma sertolien, plus homogène.

Le tissu de soutien est représenté par des fibres et des cellules. Là où les cloisons conjonctives sont minces, les fibrilles conjonctives s'orientent en tous sens; elles se tassent parallèlement entre elles, là où les cloisons sont épaisses. Quant aux cellules du tissu conjonctif, elles sont de divers ordres. A côté des cellules fixes banales, on rencontre : 1° des cellules chargées de fines granulations, colorables par la safranine et le violet de gentiane (mastzellen); 2° des cellules interstitielles qui sont peu abondantes. Ces cellules se groupent en ilots à distance des vaisseaux sanguins. Leur protoplasma revêt les diverses modalités que nous avons

reconnues dans le testicule de l'obs. XXV. Il n'élabore point de cristalloïdes.

Obs. XXVII. — *Testicule d'un adulte, dû à l'obligeance du Dr Guibé.*

L'albuginée épaisse de 500 à 520 μ, nous apparaît comme une membrane fibreuse, occupée çà et là par des îlots de cellules interstitielles et traversée par de volumineux vaisseaux. Cette tunique est constituée par des faisceaux conjonctifs, disposés parallèlement à la surface du testicule et par des fibres élastiques. Étudiées à l'aide de la méthode de Weigert, ces fibres se détachent nettement en violet noir sur le fond de la préparation, teint en un violet gris, très pâle.

Les fibres élastiques de l'albuginée sont disposées sur une série de plans parallèles. Elles sont anastomosées entre elles dans un même plan et dans des plans différents. Leur orientation générale est celle des fibres conjonctives qui leur sert de modèle. C'est dire que ces fibres sont, pour la plupart, parallèles à la surface de l'albuginée. Toutefois cette disposition n'a rien de fixe. On voit, dans l'albuginée, quelques faisceaux fibreux d'un plan donné se couder à angle droit, parcourir un chemin généralement court et s'infléchir de nouveau pour reprendre une direction parallèle à leur direction primitive (trajet en ⊏ ou en Z.) En pareil cas, quelques fibres élastiques accompagnent les faisceaux fibreux et présentent comme eux un trajet coudé.

Les canalicules testiculaires ne sont plus répartis en lobules. Ces canalicules, d'un diamètre de 155 à 177 μ sont creux. Ils sont au contact, ou séparés par d'étroites cloisons conjonctives.

Leur paroi propre comprend : 1° une zone externe, lamelleuse, semée de nombreuses cellules ; 2° une zone interne, hyaline, trois ou quatre fois plus épaisse que la zone lamelleuse. Dans cette portion hyaline de la paroi propre, les noyaux ont disparu pour la plupart, ou sont en train de disparaître. Sur les coupes traitées par la méthode de Weigert, la zone externe de la paroi propre retient la couleur, presque aussi énergiquement que les fibres élastiques.

Les épithéliums du testicule sont uniquement représentés par une masse protoplasmique commune, criblée de vacuoles irrégulièrement arrondies. Les noyaux, disposés sur un seul rang, à des distances variables de la membrane propre, ont l'aspect clair, le nucléole et les corps juxtanucléolaires caractéristiques des noyaux sertoliens. Notons seulement que ces noyaux sont rares : on en trouve seulement huit ou dix sur la section transversale des canalicules séminifères.

Le tissu conjonctif du testicule est peu développé. Il est représenté surtout par des cellules fixes, étoilées et anastomosées, et accessoirement par des fibres conjonctives et élastiques.

Le réseau élastique nous a toujours paru limité aux grosses cloisons interlobulaires. Tantôt, et c'est la règle, il se développe au pourtour des canaux vasculaires ; il apparaît formé de fibres anastomosées qui, suivant le sens de leur section, se projettent comme des points ou comme des lignes courtes et sinueuses. Mais ces fibres sont de taille très diffé-

rente : les grosses fibres s'entremêlent avec les petites, sans qu'il soit possible de reconnaître aux unes et aux autres une topographie particulière. Tantôt, et c'est l'exception, les fibres élastiques sont indépendantes des vaisseaux sanguins; elles cheminent, en petit nombre, au milieu d'une cloison interlobulaire, sans pénétrer, comme le tissu conjonctif qui les accompagne, dans l'épaisseur du lobule testiculaire.

Les cellules interstitielles sont extrêmement nombreuses; aussi représentent-elles par endroits le vrai tissu de soutien du testicule. Ces cellules, groupées en îlots, s'ordonnent, exceptionnellement, autour des vaisseaux sanguins pour centre. Elles élaborent des cristalloïdes qui sont plus nombreux sous l'albuginée que partout ailleurs.

Obs. XXVIII. — *Testicule d'un sujet de vingt-trois ans, dû à l'obligeance du Dr Biche.*

L'albuginée, épaisse de 240 à 250 μ, entre par sa face profonde au contact des tubes séminipares.

Ces tubes ne sont point répartis en lobules. Ils sont séparés les uns des autres par des travées conjonctives, minces le plus souvent.

Ces tubes se rapportent à divers types :

1° Certains canalicules rappellent les canalicules d'un testicule jeune, et par leur taille (65 à 80 μ) et par leur structure. La paroi propre n'est pas épaissie. Le tube est plein. Son protoplasma est continu ou à peine vacuolaire; ce protoplasma s'individualise parfois, plus ou moins nettement, autour des noyaux, sous forme de colonnettes. Les noyaux sont petits, très colorables. Ils sont nombreux; on en compte 40 ou 45 sur la coupe transversale d'un seul canalicule : aussi pour tenir place dans le canalicule qui est étroit, ces noyaux se disposent-ils sur deux ou trois rangs.

2° D'autres canalicules (110 à 135 μ) ont une paroi propre épaissie. La lame la plus interne a subi la dégénérescence hyaline: elle se teint en rose vif sur les coupes colorées à l'hématoxyline au fer et à l'éosine. Les lamelles externes sont, de loin en loin, réunies par de petits ponts conjonctifs, tendus obliquement entre les faces proximales de deux lamelles voisines. Entre ces lamelles on observe des cellules polygonales dont les noyaux, aplatis, présentent un contour arrondi ou elliptique; certains de ces noyaux présentent une encoche marginale qui leur donne la forme d'un rein. Ces noyaux sont munis d'un nucléole.

Le protoplasma sertolien est largement vacuolaire; il se réduit par endroits, à l'état de lamelles étroites qui, sur les coupes, apparaissent comme des filaments anastomosés, présentant, çà et là, des points épaissis. Ce protoplasma présente une structure nettement fibrillaire; ses fibrilles sont disposées perpendiculairement à la direction de la membrane propre. Les noyaux sont volumineux, arrondis ou elliptiques. Ils sont assez espacés les uns des autres. On n'en trouve qu'une vingtaine sur la section transversale du canalicule. Ces noyaux, disposés sur un seul rang, mais à diverses hauteurs, sont remarquablement pâles; la chromatine y est rare, l'appareil nucléolaire nettement dessiné. Lorsqu'on

fait agir, avec ménagement, l'hématoxyline et l'éosine, on constate que ces noyaux sont diversement teintés ; les uns se colorent en rouge, les autres se teignent en diverses teintes de violet (polychromaticité des noyaux). Quelques petits noyaux ressemblent à un bâtonnet; ils retiennent, plus énergiquement que tous les autres, les teintures basiques.

La lumière centrale est tantôt large, tantôt étroite. Elle parait alors n'être qu'une vacuole du protoplasma simplement élargie. C'est sur les canalicules de ce second type qu'on rencontre surtout les lésions dégénératives des cellules sertoliennes, dont il sera question un peu plus loin.

Ces canalicules d'ailleurs continuent à évoluer; leur paroi propre s'épaissit et se plisse; la dégénérescence hyaline gagne des lamelles de plus en plus externes, le tube séminifère s'aplatit; sa lumière devient de plus en plus étroite : elle finit par devenir virtuelle. On assiste donc à une évolution inverse de la paroi propre et de la cavité. Celle-là augmente de diamètre; celle-ci se réduit de plus en plus. Finalement, le tube, tranformé en cordon plein, se rétracte : et son diamètre peut tomber à 30 μ. Pendant que se déroulent ces phénomènes, le protoplasma sertolien se liquéfie; un magma granuleux se substitue à lui; les noyaux dont est semé ce magma diminuent de volume; ils se colorent en noir d'ivoire avec l'hématoxyline au fer; on n'y distingue plus aucun des organes nucléaires (nucléoles, corps juxtanucléolaires).

3° Un certain nombre de canalicules, groupés dans un seul territoire testiculaire, se présentent avec une paroi d'un type tout particulier.

Ces canalicules sont aplatis; leur paroi est très inégalement épaissie, aussi voit-on, sur une coupe transversale de la paroi, des segments relativement étroits faire suite à des segments quatre ou cinq fois plus épais. Ces modifications, visibles avec de faibles objectifs, vont de pair avec des altérations profondes, portant et sur les cellules fixes, et sur les lamelles concentriques. Sur les canalicules ainsi modifiés on ne trouve plus une paroi propre constituée par des lamelles concentriques de substance conjonctive, mais seulement des fibrilles. Ces fibrilles ne restent plus rigoureusement parallèles entre elles et rigoureusement concentriques à la surface externe du tube séminipare. Elles se réunissent par paquets. Ici écartées les unes des autres, là, tassées tout au contraire, elles présentent des inflexions capricieuses. Elles s'interrompent par endroits, et reviennent ailleurs sur leur trajet, en décrivant une courbe arrondie ou contournée en S. Elles donnent à la paroi propre un aspect moiré.

De plus les cellules conjonctives ne sont plus lamelleuses; leur corps cellulaire s'est épaissi; il est visible et s'étale entre les fibres conjonctives qu'il écarte; loin d'être aplati et de se montrer sur les coupes transversales comme un bâtonnet, le noyau s'est développé, il est sphérique ou ovoïde. Sur certains canalicules enfin, ces cellules conjonctives se sont totalement transformées, sur place. Incluses dans l'épaisseur de la paroi propre, elles ont la taille, le noyau rond, de siège excentrique, le protoplasma plein ou alvéolaire qui caractérise les cellules épithélioïdes. Les cellules conjonctives de la paroi ont évolué en cellules interstitielles.

Quant au revêtement de tels canalicules, il est réduit à quelques cellules sertoliennes; ces cellules sont desquamées dans l'étroite cavité du canalicule ou réduites à un magma granuleux, semé de noyaux dégénérés.

Les cellules de Sertoli offrent sur ce testicule des lésions de type varié : surcharge graisseuse, dégénérescence granuleuse, dégénérescence hyaline, dégénérescence chromatolytique s'observent côte à côte, avec une fréquence inusitée.

La graisse infiltre le plasmode sertolien; elle se localise tantôt au-dessous, tantôt au-dessus du noyau; parfois elle s'accumule dans toute l'étendue du protoplasma.

La dégénérescence granuleuse s'observe sur des cellules isolées ou au contraire sur toutes les cellules d'un canalicule donné. Les cellules de Sertoli semblent plus ou moins nettement individualisées. Elles affectent des formes variées; elles sont polyédriques, hémisphériques, allongées en bâtonnet. Leur contour est très net, et elles apparaissent farcies de granulations réfringentes qui se colorent en violet avec la méthode de Bizzozero, en vert avec la méthode de Benda [1]. Ces granulations ont la taille du nucléole des cellules sertoliennes; d'autres fois, au contraire, ces granulations sont de grosseur inégale, et les plus volumineuses atteignent le diamètre d'un noyau.

Comme les granulations graisseuses qui parfois se mêlent à elles en petit nombre, les granulations albuminoïdes semblent apparaître d'abord dans le pied de la cellule de Sertoli; elles infiltrent plus tard tout le corps cellulaire; elles semblent se fusionner les unes avec les autres pour former ces grosses boules réfringentes qu'on trouve au voisinage de la lumière du canalicule. Ces boules, colorées un peu différemment que les granulations fines, se retrouveront, à côté de gouttelettes graisseuses, dans les bouchons de coagulation qui obstruent la lumière de nombreux canalicules.

Quant aux noyaux sertoliens, qui parfois apparaissent au contact des boules albuminoïdes, ils sont d'abord d'aspect normal; peu à peu on les voit perdre leur chromatine, devenir clairs et leur caryoplasma est même envahi par des granulations fines comme celles du corps cellulaire. — D'autres fois, les noyaux diminuent de volume, se déforment, deviennent très colorables; parfois encore leur substance chromatique se rassemble en calotte à l'un des pôles du noyau.

Un troisième type de dégénérescence est constitué par la dégénérescence hyaline des cellules de Sertoli. Nous n'avons pu assister qu'aux derniers stades de cette dégénérescence, mais nous pouvons affirmer qu'elle porte uniquement sur les cellules de Sertoli. Sur ce testicule, en effet il n'existe nulle part de lignée séminale; d'autre part les noyaux

1. En jaune avec l'hématéine-aurantia, ou après fixation par la liqueur de Flemming sans coloration consécutive ou avec coloration par la méthode de Flemming (safranine, violet de gentiane, orange), en noir avec l'hématoxyline au fer, en rose avec la safranine et le picrocarmin d'indigo.

qu'on observe dans les corps concentriques, ont tous les caractères des noyaux sertoliens.

Dans la lumière de tubes tantôt encore revêtus de leur épithélium, tantôt réduits à leur paroi propre, on trouve des corps irrégulièrement sphériques. Ces corps, dans leur grand diamètre transversal, atteignent 26 à 30 μ (fig. XVII. Nous en avons figuré un dont le diamètre dépassait 70 μ (fig. XVIII). Certains de ces corps ne renferment plus d'éléments figurés; d'autres au contraire présentent encore en leur centre des noyaux sertoliens plus ou moins dégénérés. Autour de ce centre se disposent des anneaux concentriques alternativement vert clair et vert foncé sur les coupes colorées par la méthode de Benda, alternativement jaunes et noirs sur les pièces traitées par l'hématoxyline au fer et l'aurantia.

Sur la figure XVIII, nous avons figuré un corpuscule concentrique d'un type un peu spécial. Ce corpuscule est bicentré. A droite, la coupe passe au dessous de la région occupée par les noyaux; un espace clair forme centre de figure; à gauche au contraire la section intéresse deux noyaux sertoliens. Autour de chacun des deux centres, se disposent des anneaux concentriques, clairs et foncés. Des anneaux foncés larges alternent avec des anneaux foncés étroits; ceux-ci sont des lignes; ceux-là sont des bandes, et dans chaque bande, la teinte se dégrade en allant de la périphérie vers le centre. Cette disposition, très nette sur le corpuscule gauche, est un peu moins régulière sur le corpuscule droit. Ajoutons qu'à leur périphérie, les deux corpuscules sont enveloppés d'une écorce qui leur est commune, et se montre légèrement bosselée. Cette enveloppe est en rapport avec la face interne de la membrane propre.

Certaines cellules de Sertoli dégénèrent enfin par chromatolyse. Le protoplasma vacuolaire se transforme en une masse pleine, qui présente une affinité très vive pour les colorants diffus (éosine). Les noyaux sont diminués de volume; quelques-uns sont de forme irrégulière; ces noyaux enfin se colorent sans élection; on ne distingue plus aucune des parties qui les constituaient. Les éléments ainsi dégénérés tombent en déliquium dans la lumière du canalicule.

Nous avons recherché, à l'aide de la méthode que Weigert a préconisée pour la démonstration de la myéline, les boules de sécrétion que certains auteurs ont décrites dans les cellules de Sertoli. Nous n'avons réussi à teindre aucun produit de sécrétion. En revanche nous avons coloré en noir, outre les hématies, quelques parois propres en dégénérescence vitrée, quelques noyaux de Sertoli, quelques granulations occupant la lumière du tube séminipare. Il est juste d'avouer que les fragments étudiés n'ont pas été fixés par les liquides chromiques, mais par la solution formo-acéto-picro-mercurique dont nous avons fait mention. Les coupes, une fois collées sur le porte-objet ont été mordancées quarante-huit heures dans du liquide de Müller, puis lavées, et traitées alors par la méthode de Weigert. Nous ajouterons que sur le tissu nerveux une pareille technique nous a permis de parfaitement étudier la myéline.

Le tissu conjonctif est représenté par des cellules fixes et par des fibres conjonctives, plus ou moins tassées les unes contre les autres, suivant

les points considérés. Les cellules interstitielles sont rares et réunies par groupes de deux ou trois. Nombre d'entre elles sont chargées de graisse; quelques-unes seulement renferment des cristalloïdes.

La lumière du rete vasculosum est largement ouverte.

Les tubes épididymaires, dont le diamètre oscille de 170 à 335 μ, sont séparés les uns des autres par du tissu conjonctif lâche. La musculeuse est sur certains tubes aussi épaisse que l'épithélium; sur d'autres elle est beaucoup plus étroite : son épaisseur ne dépasse guère 15 μ. L'épithélium forme un revêtement continu qui, çà et là, dessine les relèvements que présente la musculeuse sous-jacente. Cet épithélium est stratifié, on y compte 1° une assise de petites cellules basales, dont le noyau est rond ou aplati parallèlement à la membrane propre; 2° une assise de hautes cellules polyédriques. Ces cellules sont farcies, dans toute leur étendue, de granulations graisseuses. Enfin dans la région située au-dessus du noyau, la triple coloration de Flemming décèle des grains colorés en rose. Sur certains tubes, presque toutes les cellules sont en train d'élaborer ce produit de sécrétion qui, sur d'autres tubes, est déversé dans la lumière du canal épididymaire. Les cils vibratiles sont très longs là où ils existent : leur hauteur atteint la hauteur même de la cellule. La triple coloration fait apparaître en violet les corpuscules basaux de ces cils.

L'origine du déférent est marquée par un épaississement musculaire; aux fibres circulaires se joignent des fibres longitudinales. Le revêtement épithélial est disposé comme dans l'épididyme, à cette différence près que les cellules superficielles sont partout ciliées et qu'elles s'implantent sur un chorion fibreux, au lieu de s'insérer sur la musculeuse.

Obs. XXIX. — *Testicule d'un sujet de seize ans, dû à l'obligeance de M. le Dr Quénu.*

L'albuginée, épaisse de 300 à 320 μ, entre au contact des tubes séminipares par sa face profonde, sans interposition du tissu conjonctif lâche.

Les canalicules séminipares, sont répartis en lobules, qui sont bien circonscrits seulement à la périphérie de la glande. Ils sont creux, et leur diamètre oscille de 80 à 106 μ.

La paroi propre comprend une zone externe, colorée par le Benda, en vert sale, et une zone interne, hyaline, que la même méthode teint en vert émeraude.

Les noyaux de Sertoli sont disposés sur un seul rang. Les vacuoles, dont est creusé le protoplasma, sont telles que les cellules revêtent l'aspect de longues colonnes ou de fuseaux, à peine anastomosés les uns avec les autres. De fines granulations graisseuses s'accumulent, par endroits, dans la région basale des cellules de Sertoli, au-dessous des noyaux. Ces noyaux, munis d'incisures, présentent un gros nucléole et parfois des corps juxtanucléolaires.

Quelques tubes seulement présentent une ébauche de lignée séminale Cette lignée séminale est représentée tantôt par des spermatogonies qui sont au repos, tantôt à la fois par des spermatogonies et des spermatocytes. Ces derniers éléments sont en mitose. Ils sont disposés sur une

ou deux rangées superposées. Nulle part on n'assiste à leur transformation en spermatides.

Le tissu conjonctif revêt l'aspect du tissu conjonctif lâche qui occupe à la face profonde du derme cutané. On y trouve des faisceaux conjonctifs, des fibres élastiques, des cellules fixes, étoilées et anastomosées; on y trouve encore des éléments farcis de fines granulations safranophiles (mastzellen). Par endroits, tous ces éléments sont, comme noyés, dans une nappe de plasma coagulé, qui se colore en rose pâle, après l'action de la fuchsine acide et de l'acide picrique.

Les cellules interstitielles sont réunies en îlots. Ces îlots sont nombreux, mais de taille exiguë. Les plus considérables d'entre eux sont formés de dix ou quinze éléments; aussi ne les voit-on jamais former couronne autour des canalicules séminipares. Nulle part ces cellules n'élaborent de cristalloïdes; en revanche, on les voit farcies, pour la plupart, de granulations graisseuses; ces granulations, de taille inégale, sont si nombreuses qu'elles donnent à la cellule interstitielle l'aspect d'une cellule sébacée, arrivée au terme de son évolution.

Obs. XXX. — *Testicule d'un sujet de dix-huit ans dû à l'obligeance de M. le Dr Quénu.*

L'albuginée, de structure fibreuse, a sa face profonde au contact direct du parenchyme testiculaire.

Ce parenchyme qui, nulle part, n'est réparti en lobules, est essentiellement formé de canalicules creux, dont le diamètre oscille de 90 à 125 μ.

Ces canalicules sont au contact les uns des autres, et, ailleurs, séparés par des cloisons conjonctives dont le diamètre atteint ou dépasse le diamètre des canalicules testiculaires.

La paroi propre est formée de deux lames concentriques. La lame interne est la plus épaisse; la lame externe suit dans son contour la lame autour de laquelle elle est située, mais par endroits cette lame externe se dissocie en trois ou quatre lamelles plus étroites et l'on voit par exemple ces lamelles se comporter de la façon suivante. L'une d'entre elles continue à doubler la lame interne du tube dont elle provient; une seconde va se confondre avec la lame externe d'un canalicule séminipare voisin; une troisième se continue insensiblement avec le tissu conjonctif intertubulaire.

L'élément épithélial se présente sous deux types bien différents :

1° Tantôt, il s'agit d'un protoplasma commun, creusé de vacuoles de taille et de forme variables. Ce protoplasma commun est semé de noyaux disposés sur un ou deux rangs. La région protoplasmique qui confine à la lumière du tube est semée de fins corpuscules, isolés ou groupés deux à deux, corpuscules sur lesquels nous reviendrons, tout à l'heure. Dans quelques cas, les noyaux de Sertoli sont allongés en bâtonnet et très colorables; la zone protoplasmique qui les enveloppe est étroite et fixe avec une remarquable énergie les teintures acides, telles que l'éosine et l'aurantia. Enfin on peut voir le protoplasma, réduit à l'état de fila-

ments grêles, circonscrire des aréoles. Les filaments, en s'anastomosant entre eux, délimitent un réseau très irrégulièrement polygonal qui pourrait en imposer pour une série de membranes cellulaires et cela d'autant plus que les mailles sont occupées par des noyaux de Sertoli, enveloppés d'une mince écorce protoplasmique.

2° Dans une seconde forme, les cellules de Sertoli revêtent l'aspect d'un épithélium cylindrique simple. Les cellules de Sertoli, aussi nettement séparées les unes des autres que les cellules d'une glande de Lieberkühn, ne sont pas toutes exactement de même hauteur. Aussi la ligne que forment leurs extrémités apicales est-elle très légèrement festonnée. Chacun de ces éléments est pourvu d'un noyau clair, de 12 à 16 μ, qui occupe sa base ou sa partie moyenne. Au-dessus de ce noyau, dans le corps cellulaire, on remarque fréquemment un ou deux corpuscules dont la taille ne dépasse guère 1 μ. Ces corpuscules sont sphériques, ovoïdes, ou allongés en bâtonnet. Leur centre est parfois plus clair que leur périphérie; leur direction n'a rien de fixe. Sur les pièces teintes à l'hématéine et à l'éosine, ils prennent une coloration violet-rose un peu plus foncée que celle du protoplasma, un peu plus claire que celle du noyau.

L'élément de soutien est représenté par un tissu conjonctif fasciculé, riche en cellules et pauvre en faisceaux conjonctifs. Ce tissu constitue, çà et là, des cloisons qui servent de voie aux vaisseaux sanguins.

Les cellules interstitielles se groupent en îlots; et ces îlots, qui sont en petit nombre, n'affectent, pour la plupart, aucune localisation bien nette autour des canaux vasculaires.

Obs. XXXI. — *Testicule d'un sujet de quarante-cinq ans.*

Le parenchyme testiculaire apparaît formé de tubes creux; et ces tubes sont si largement espacés les uns des autres que certains champs de microscope, examinés avec l'oculaire 1 et l'objectif 4 de Vérick, montrent seulement un ou deux canalicules séminifères.

Ces canalicules sont d'ailleurs de diamètre variable. Nombre d'entre eux atteignent 180 ou 190 μ. Quelques-uns sont en voie de régression; leur taille ne dépasse point 80 μ.

La paroi propre est formée de lamelles conjonctives, disposées concentriquement; la lamelle la plus interne a subi la transformation hyaline; sur certains tubes, cette zone hyaline a considérablement augmenté d'épaisseur et la lumière du canalicule s'est d'autant rétrécie.

La paroi propre donne insertion à des éléments disposés sous la forme d'un épithélium stratifié, et cet épithélium ne laisse subsister qu'une étroite cavité, au centre du tube séminipare. Dans cet épithélium stratifié, il est facile de reconnaître des spermatogonies, des spermatocytes, des spermatides. Sur quelques-unes de ces spermatides, réunies par groupes, le noyau s'est déjà réfugié à l'un des pôles du corps cellulaire; il est en rapport avec une cellule de Sertoli aisément reconnaissable à son noyau, mais jamais on n'assiste à la transformation de la spermatide en spermatozoïde (voir figure LII).

Avant de parcourir tous les stades de leur évolution, les cellules de la lignée séminale se chargent de graisse, se détachent de la membrane propre, se séparent les unes des autres et tombent dans la lumière du tube séminipare. Les éléments desquamés sont des spermatogonies, des spermatocytes, ou des spermatides. A quelque type qu'elles appartiennent, ces cellules sont parfois en pleine vitalité. Le noyau des spermatocytes, par exemple, se montre en voie de division; son filament de chromatine est à l'état de spirème; le corps cellulaire est pourvu de ses centrosomes et de son corps chromatique. Parfois au contraire, la cellule a perdu son contour net; une partie du protoplasma s'est liquéfiée; le noyau est à nu et son filament de chromatine traîne, déroulé dans la lumière du canalicule. D'autres fois encore, les épithéliums desquamés sont en voie de nécrose : les noyaux ont diminué de volume; ils se colorent avec énergie, mais sans la moindre élection; le corps cellulaire n'existe plus : un coagulum granuleux résulte de sa disparition. Le revêtement épithélial du canal séminipare est réduit à l'état de vestige ou même il fait complètement défaut. Pareil aspect s'observe surtout dans les tubes dont la paroi propre dégénérée s'est considérablement épaissie. Ajoutons que la surcharge graisseuse est fréquente, au niveau des cellules de la lignée séminale.

Le tissu conjonctif est presque uniquement représenté par des cellules fixes. Ces cellules sont noyées dans de larges nappes de plasma conjonctif.

Les cellules interstitielles sont rares. Disposées de loin en loin sous forme de petits îlots, situées à distance des vaisseaux sanguins pour la plupart, elles se montrent surchargées de graisse, de même que les cellules de la lignée séminale.

Les vaisseaux sanguins sont nombreux et de taille moyenne. Ils sont indemnes de toute lésion.

Obs. XXXII. — *Testicule d'un sujet de dix-huit ans.*

Le parenchyme testiculaire est formé de canalicules qui sont pleins pour la plupart et atteignent un diamètre de 80 μ. Quelques tubes seulement sont creux; leur diamètre moyen se chiffre par 102 μ. Tous ces tubes sont au contact les uns des autres ou séparés par des cloisons conjonctives étroites où sont éparses des cellules interstitielles.

La paroi propre est constituée par des lames concentriques de substance conjonctive.

L'épithélium de revêtement se présente ici sous deux formes.

Presque partout, il revêt le type de cellules de Sertoli. Ces cellules, disposées en rayons de roue, occupent toute la lumière du canalicule. Les corps cellulaires sont par endroits assez nettement individualisés; ailleurs ils sont anastomosés et largement vacuolaires, mais partout le protoplasma présente une structure vaguement fibrillaire. Les noyaux sont clairs; quelques-uns seulement retiennent brutalement les matières colorantes, l'hématoxyline ferrique en particulier.

Sur quelques tubes cependant (tubes creux de 102 μ de diamètre) les

vacuoles du protoplasma sont occupées par les éléments de la lignée séminale. Les spermatogonies s'observent au repos ou en voie de division indirecte; elles ont parfois une taille considérable (spermatogonies géantes). En dedans des spermatogonies, s'étagent des spermatocytes de première génération; ces éléments sont en voie de karyokinèse; le spirème coloré par l'hématoxyline au fer est remarquablement grêle et délicat.

Sur les tubes pleins comme sur les tubes creux, on note des noyaux de Sertoli à contour déchiqueté; quelques-uns de ces noyaux sont parcourus par une fente plus ou moins profonde, toujours perpendiculaire à la membrane propre. Cette fente commence indifféremment à l'un ou l'autre pôle du noyau et se propage suivant son grand axe. Et sur le noyau qui présente une telle particularité, on observe tantôt un, tantôt deux nucléoles. Dans ce dernier cas, les nucléoles sont situés de part et d'autre de l'incisure.

Le tissu conjonctif est de type lâche. Il est pourvu de cellules interstitielles, isolées ou groupées en îlots. De ces éléments, les uns ont un corps cellulaire homogène, compact, et un noyau fortement coloré, de siège excentrique. D'autres ont un protoplasma plus clair, homogène ou semé de vacuoles. Dans ce protoplasma, on ne trouve point de cristalloïdes, mais l'hématoxyline au fer y décèle ces grains couplés, colorés en noir, qu'on regarde généralement comme des centrosomes.

Obs. XXXIII. — *Testicule d'un sujet de neuf ans* (figure LXVIII).

Albuginée épaisse de 335 à 340 μ.

Le testicule est réparti en lobules nettement individualisés.

Dans chacun de ces lobules, on trouve des canaux séminipares dont le diamètre oscille de 26 à 45 μ. Ces canaux sont pleins, et ils sont rares. Ils sont si rares qn'avec l'objectif 4 et l'oculaire 1 de Vérick, on observe des champs microscopiques entiers qui sont absolument dénués de canalicules. Dans un pareil champ, nous avons compté au maximum 13 sections de tubes séminipares, et cela en choisissant les régions du testicule où les canalicules nous ont paru le plus nombreux[1]. Ajoutons que les tubes séminifères sont constitués par de petites cellules épithéliales et par un très petit nombre d'ovules mâles.

Le tissu conjonctif se présente sous un aspect comparable à celui de l'obs. IV. Dans les cloisons interlobulaires, ce tissu est lâche : il rappelle de très près la boule d'œdème. Dans le lobule au contraire, le tissu de soutien est dense; les fibres conjonctives y sont nombreuses et serrées les unes contre les autres; de plus ces fibres s'ordonnent concentriquement autour de chacun des tubes séminipares.

Il n'existe point de cellules interstitielles nettement caractérisées.

Obs. XXXIV. — *Testicule d'un sujet de quinze ans, dû à l'obligeance de M. le Dr Quénu.*

1. Sur la coupe du testicule ectopique d'un sujet du même âge, nous avons compté 25 à 30 canicules, en nous plaçant dans les mêmes conditions d'observation.

L'albuginée, épaisse de 420 à 425 μ, est séparée du parenchyme sous-jacent par une nappe de tissu conjonctif de tous points analogue au tissu conjonctif de la glande. Cette membrane est constituée par des fibres dirigées parallèlement à la surface du testicule. La continuité de cette nappe est interrompue, de place en place, par des faisceaux fibreux, redressés à angle droit pour accompagner les vaisseaux qui traversent l'albuginée avant de pénétrer dans la glande.

La répartition en lobules est nette.

Les tubes séminipares sont tous creux; ils se rapportent à deux types bien différents :

1° Les plus nombreux sont petits. Leur diamètre ne dépasse pas 66 ou 70 μ. Leur paroi propre est mince et semble réduite à une seule lamelle. Le revêtement épithélial est représenté soit par de petites cellules épithéliales plus ou moins individualisées, interrompues çà et là par des ovules mâles, soit par des cellules fusionnées sur toute leur étendue ou seulement au niveau de leur base. Sur ces canalicules de type infantile, les noyaux sont toujours situés contre la membrane propre; ils sont serrés les uns contre les autres et disposés sur un seul rang; ils se colorent fortement par l'hématéine, qu'ils fixent d'une façon uniforme. Quant aux ovules mâles, on les reconnaît à leur taille relativement considérable, à leur délimitation nette, à leur gros noyau arrondi. Ce noyau d'ailleurs n'est pas toujours unique. Certains ovules mâles ont jusqu'à 4 et 5 noyaux. Nombre d'entre eux se desquament dans la lumière du tube séminifère (voir fig. XIX).

2° Dans un territoire donné, on trouve six sections transversales de canalicules testiculaires de type adulte. Ces canalicules sont larges; leur diamètre atteint 210 μ; leur paroi propre se montre épaissie, leur lumière largement ouverte. Le protoplasma des cellules de Sertoli est troué de larges vacuoles; il est semé de noyaux qui semblent disposés sur plusieurs plans, situés qu'ils sont à diverses hauteurs; ces noyaux clairs sont pourvus d'un nucléole et de corps juxtanucléolaires; leur taille dépasse d'un tiers ou d'une moitié la taille des noyaux qu'on observe sur les canalicules de type jeune. Ajoutons que sur un des canalicules de type adulte, on observe une spermatogonie volumineuse; dont la chromatine est répartie en grains irréguliers adossés à la membrane nucléaire.

Quelques tubes séminipares marquent la transition entre les canalicules de type adulte autour desquels ils sont situés.

Le tissu conjonctif est formé de cellules fixes et de fibres conjonctives largement espacées les unes des autres. Les fibres élastiques paraissent faire défaut.

On n'observe de cellules interstitielles qu'au voisinage des tubes séminipares de type adulte et encore ces éléments sont-ils d'une grande rareté.

Obs. XXXV. — *Testicule d'un sujet adulte.*

Au-dessous d'une albuginée épaisse de 375 à 380 μ, on trouve des

canalicules creux dont le diamètre oscille de 70 à 125 μ. Ces canalicules sont au contact les uns des autres ou séparés par d'étroites cloisons conjonctivo-vasculaires.

La paroi propre est lamelleuse; sa lamelle la plus interne reste mince, là même où elle a subi la dégénérescence vitrée.

Le revêtement épithélial est uniquement représenté par des cellules de Sertoli, à protoplasma commun; ce protoplasma est semé de noyaux clairs, disposés à diverses hauteurs; c'est au-dessus de ces noyaux qu'on trouve des corpuscules chromatiques analogues à ceux qui sont décrits dans l'observation XXX.

Quelques cellules de Sertoli sont en pleine dégénérescence; certaines ont leur protoplasma semé de gouttelettes de graisse; d'autres, plus rares, sont remplies de granulations albuminoïdes. Nulle part il n'existe trace de lignée séminale.

Le tissu conjonctif est de type fibreux; il se montre parcouru par des vaisseaux sanguins qui sont absolument sains.

Les cellules interstitielles sont isolées ou groupées en amas. Nous avons vu ces amas si considérables que sur la coupe de l'un d'eux on compte jusqu'à 27 éléments. Ces îlots n'affectent aucun rapport fixe avec les canaux vasculaires. Certaines cellules interstitielles élaborent des cristalloïdes.

Obs. XXXVI. — *Testicule d'un enfant de quatorze ans et demi.*

Recouverte d'une tunique albuginée épaisse de 345 μ, la glande apparaît répartie en lobules mal individualisés.

Les tubes séminipares sont creux; le diamètre des plus petits atteint 80 à 97 μ; le diamètre des plus gros se chiffre par 125 μ. Les canalicules sont au contact les uns des autres, ou séparés par d'étroites cloisons conjonctives.

Leur paroi propre compte deux ou trois lamelles concentriques, entre lesquelles s'interposent des cellules fixes, à contour polygonal.

Le revêtement est représenté par des cellules épithéliales. A ces cellules de Sertoli s'ajoutent, sur certains gros tubes, quelques éléments appartenant à la lignée séminale.

Les cellules de Sertoli affectent deux formes bien distinctes. Tantôt elles sont constituées par un protoplasma commun criblé de vacuoles de taille et de forme variables; tantôt elles se montrent comme un épithélium polyédrique dont les éléments sont nettement circonscrits. Dans un cas comme dans l'autre, le protoplasma est homogène, et bien différent des coagula granuleux qui encombrent la lumière du tube séminipare. Il présente par places une situation vague, à direction radiaire. Enfin on note, dans la zone protoplasmique située au-dessus du noyau, de petits corpuscules, uniques ou réunis par couples, que l'hématoxyline au fer colore en noir. Ces corpuscules sont de tout point identiques à ceux de l'observation XXX. — Quant aux noyaux, ils se présentent avec des aspects variables, lorsqu'on procède avec ménagement à la décoloration des coupes dans l'alun de fer (méthode de Heidenhain)

Les uns sont petits, serrés les uns contre les autres; leur taille oscille de 7 μ 2 à 9 μ 6; les autres sont gros, assez espacés les uns des autres, d'un diamètre de 12 à 16 μ. — De plus, certains noyaux se colorent par les réactifs nucléaires (hématéine) en violet et leur teinte varie du lilas pâle au violet noir; d'autres ne présentent aucune élection pour les teintures basiques; ils fixent l'éosine ou l'orange, comme le protoplasma. Noyaux violets et noyaux roses s'observent côte à côte sur un même tube, et cette polychromaticité du karyoplasma ne semble soumise à aucune loi. — Toutefois on peut dire d'une façon sans doute un peu schématique que les petits noyaux s'observent dans les canalicules de faible calibre; ces noyaux (noyaux des petites cellules épithéliales) sont tassés les uns contre les autres; ils sont pour la plupart fortement colorés par l'hématoxyline; les gros noyaux clairs (noyaux sertoliens) sont l'apanage des tubes volumineux; ils sont largement espacés les uns des autres; on leur reconnaît un nucléole et des corps juxtanucléolaires.

A mesure que la paroi propre s'épaissit, on voit de tels noyaux diminuer de taille et de nombre; le protoplasma qui les environne apparaît plus largement vacuolaire. Finalement, les cellules de Sertoli tombent desquamées dans la lumière du canalicule; leurs noyaux sont ratatinés; comme le protoplasma, ils se colorent sans élection, avec une énergie brutale.

C'est seulement sur les tubes séminipares de 120 à 125 μ, qu'on voit des spermatogonies prendre rang, contre la membrane propre, au milieu des cellules de Sertoli. Isolées ou groupées à trois ou quatre, au voisinage les unes des autres, ces spermatogonies nous apparaissent avec un contour nettement délimité. Leur forme est globuleuse; leur diamètre atteint jusqu'à 33 μ. De ces spermatogonies, quelques-unes sont en mitose; le plus grand nombre est au repos.

Enfin de loin en loin, on voit des spermatocytes en karyokinèse s'étager au-dessus des spermatogonies. Mais ces spermatocytes n'achèvent pas leur évolution, on les voit se séparer les uns des autres, et tomber dans la lumière du canalicule séminifère, souvent pourvus encore de leurs centrosomes.

Le tissu conjonctif est représenté par des cellules fixes et des fibrilles. Ces fibrilles sont onduleuses et légèrement espacées les unes des autres. Sur quelques points, toutefois, on les voit se rapprocher : elles constituent alors des travées étroites mais denses.

Les cellules interstitielles sont peu nombreuses. Elles sont isolées ou rassemblées en îlots. Elles n'affectent aucun rapport fixe avec les vaisseaux sanguins. Leur protoplasma est homogène ou semé de vacuoles.

Les vaisseaux sanguins sont normaux.

Le corps d'Highmore commence dans l'épaisseur même de la glande, à quelque distance de son bord postéro-supérieur; aussi la partie postérieure du corps d'Highmore se montre-t-elle enveloppée, de tous côtés, par le parenchyme glandulaire. De plus le rete vasculosum testis n'est pas situé sur un plan différent des canaux vasculaires. Le réseau des canalicules

excréteurs s'intrique étroitement avec les ramifications des artères et des veines.

La gangue fibro-élastique sert de soutien à l'épithélium qui constitue, à lui seul, la paroi des premières voies d'excrétion. Cet épithélium est aplati cubique ou cylindrique. Lorsqu'il est bas, les limites cellulaires sont le plus souvent mal dessinées. D'ailleurs, sur la coupe transversale d'une seule branche du rete on peut voir se succéder des formes épithéliales de hauteur variable. Un groupe d'éléments cylindriques s'enclave, par exemple, au milieu de cellules pavimenteuses. Enfin une lumière occupe toujours le centre des branches du rete. Cette lumière est parfois étroite quand l'épithélium est aplati, elle est toujours large, partout où l'épithélium prend le type cylindrique.

Le tube épididymaire varie de calibre avec les points considérés. Nous avons noté des sections de 155 μ, de 213 μ, de 231 μ, de 275 μ, aux trois dernières de ces sections répondent des cavités dont le diamètre se chiffre par 120, 84 et 160 μ.

La musculeuse est mince et ne présente aucune particularité remarquable.

L'épithélium se montre formé de cellules polyédriques, hautes de 40 à 45 μ. Ces cellules disposées sur un seul rang possèdent un noyau ovalaire qui parfois se montre en mitose. En pareil cas le noyau est tangent à la lumière du canal épididymaire. Le corps protoplasmique est clair et muni presque constamment d'une garniture ciliée. Les cils sont généralement disposés parallèlement les uns à côté des autres. D'autres fois les cils semblent agglutinés « comme la pointe d'une moustache enduite de cosmétique ».

De place en place, au milieu de l'épithélium cylindrique, on voit prendre rang des éléments caractérisés par leur étroitesse. Leur noyau est allongé en bâtonnet, leur protoplasma se teint vivement par les couleurs acides.

Enfin, on voit s'interposer entre les pieds des cellules cylindriques, de petites cellules arrondies ou polyédriques. Ces cellules ont un noyau rond, très vivement colorable. Elles reposent sur la musculeuse et par endroits, elles forment une couche ininterrompue. Aussi peut-on dire que l'épithélium épididymaire est un épithélium stratifié.

La hauteur de l'épithélium épididymaire n'est pas d'une absolue fixité ; par endroits on voit un groupe de cellules augmenter de taille, et faire saillie, à la manière d'un feston, dans la lumière du canal.

Cette lumière est parfois occupée par des coagula granuleux au milieu desquels on peut mettre en évidence des restes cellulaires.

Les diverses sections du canal épididymaire sont réunies les unes aux autres par du tissu fibreux parsemé de vaisseaux et de capillaires sanguins qui sont indemnes de toute lésion.

Obs. XXXVII. — *Testicule d'un sujet de dix-huit ans.*

L'albuginée, épaisse de 3 à 4 dixièmes de millimètre, suivant les points considérés, présente, entre ses faisceaux fibreux, des fibres élastiques très rares, et d'une extrême finesse.

La segmentation de la glande en lobules est mal indiquée. Les tubes séminipares sont creux; leur diamètre oscille de 97 à 168 μ; ces tubes sont au contact les uns des autres ou se montrent séparés par des cloisons conjonctives, de taille très variable.

La paroi propre compte deux ou trois lames concentriques, et ces lames se différencient nettement du tissu conjonctif ambiant lequel est beaucoup plus lâche. Cette distinction s'accuse encore quand on colore les coupes avec la méthode de Weigert : le tissu conjonctif est incolore; la paroi propre au contraire retient le violet comme les fibres élastiques, mais moins énergiquement que ces dernières.

Le revêtement épithélial est uniquement représenté par des cellules de Sertoli dont les noyaux disposés sur un seul rang, se montrent arrondis ou allongés perpendiculairement à la membrane propre. Quant au corps cellulaire, il revêt deux modalités. Tantôt c'est un protoplasma commun, semé çà et là de vacuoles; tantôt le cytoplasme s'individualise nettement autour de chaque noyau, sous forme d'un épithélium polyédrique. Il renferme des petits corpuscules analogues à ceux de l'observation XXX.

Sur quelques canalicules, la paroi propre s'est épaissie; sa lamelle interne a subi la transformation vitrée; les cellules de Sertoli se sont desquamées, et par endroits, on les trouve, disposées en couronne, dans la lumière des tubes séminipares, au milieu de coagula grossièrement granuleux.

Le tissu conjonctif est de type lâche; les fibrilles orientées en tous sens sont espacées les unes des autres, et mêlées à quelques fibres élastiques, là où les cloisons intertubaires épaissies servent de voie aux vaisseaux sanguins.

Les cellules interstitielles sont rares.

Le rete vasculosum testis est coulé dans une gangue fibro-élastique, et les canaux qui le composent présentent partout une lumière très apparente.

Le canal de l'épididyme atteint 200 à 240 μ de diamètre; son épithélium est stratifié; on y voit de petites cellules à noyaux arrondis; ces cellules disposées les unes à côté des autres, reposent contre la musculeuse, entre les pieds de belles cellules polyédriques; ces dernières hautes de 45 μ présentent des cils de 20 à 22 μ. Elles circonscrivent une lumière arrondie, de 110 à 120 μ de diamètre. Cette lumière est vide ou occupée par des coagula granuleux.

Les replis de l'épididyme sont agglutinés par du tissu fibreux semé de larges vaisseaux sanguins.

Obs. XXXVIII. — *Testicule d'un sujet de dix-neuf ans.*

Les canalicules séminifères sont serrés les uns contre les autres. Ils sont au contact, paroi contre paroi, ou se montrent séparés par d'étroites cloisons conjonctives.

La paroi propre est formée de deux ou trois lamelles concentriques.

Quant à l'épithélium de revêtement il se montre sous deux aspects.

Sur les tubes de 62 à 80 μ, l'épithélium est représenté par des cellules

de Sertoli disposées sur un rang. Le protoplasma, largement vacuolaire, présente, au-dessus du noyau, les corpuscules dont il est fait mention dans plusieurs de nos observations.

Sur les tubes de 120 à 130 μ, quelques cellules de la lignée séminale apparaissent enclavées dans le protoplasma commun des cellules de Sertoli. Ces cellules sont des spermatogonies et des spermatocytes.

Le tissu conjonctif est très peu abondant. Il revêt le type du tissu conjonctif lâche. C'est seulement quand ce tissu s'interpose entre deux canalicules qu'on le voit devenir très dense, et prendre le type fibreux.

Les cellules interstitielles sont rares et, comme toujours, elles se montrent isolées ou groupées en îlots. Le corps d'Highmore est parcouru par le rete vasculosum et ce rete présente partout une lumière béante.

On observe des bouchons cellulaires dans les canalicules testiculaires aussi bien que dans le rete.

Obs. XXXIX. — *Testicule d'un sujet de dix-sept ans.*

L'albuginée, épaisse de 3 dixièmes de millimètre, prend contact, par sa face profonde, avec les tubes séminipares. Ces tubes accolés les uns aux autres ou séparés par d'étroites cloisons conjonctives, ne sont point répartis en lobules. Ils se rapportent à trois types.

1° Certains tubes sont volumineux. Leur diamètre atteint 110 μ. Leur lumière est large et irrégulière. La paroi propre est lamelleuse. Les cellules de Sertoli sont formées d'un protoplasma commun, largement vacuolaire, semé de noyaux clairs, très espacés les uns des autres ;

2° D'autres canalicules présentent un aspect et une taille analogues. Mais au milieu des cellules de Sertoli, on note la présence de cellules séminales qui sont tantôt des spermatogonies, tantôt des spermatocytes ;

3° D'autres tubes enfin sont en voie d'involution. Ils apparaissent comme des cordons cellulaires pleins ou munis d'une étroite lumière. Leur diamètre oscille de 66 à 88 μ. Sur de tels canalicules, la paroi propre épaissie est le siège de dégénérescence vitrée. Les noyaux sont petits et serrés les uns contre les autres; le protoplasma est vivement colorable. C'est avec des caractères analogues que se montrent les éléments qui obstruent la lumière de certains tubes volumineux.

Le tissu conjonctif est peu abondant. Il est constitué par des cellules fixes, par de petits faisceaux conjonctifs, et surtout par des cellules interstitielles. Ces dernières se groupent en îlots. Ces îlots sont nombreux, mais petits; ils ne sont points localisés autour des vaisseaux; les éléments qui les composent sont pour la plupart chargés de gouttelettes adipeuses [1] de taille variable. Nombre de cellules interstitielles présentent à leur périphérie une couche de protoplasma épaissi qui en impose au premier coup d'œil pour une membrane d'enveloppe.

Tous ces éléments du tissu conjonctivo-vasculaire sont coulés dans une nappe de plasma conjonctif, coagulée par les réactifs.

1. Sur cette pièce, la graisse est très peu abondante dans le protoplasma sertolien.

Obs. XL. — *Testicule d'un sujet de huit ans.*

Sur cette pièce, le parenchyme testiculaire n'existe plus; du tissu tuberculeux s'est substitué à lui. L'épididyme demeure seul. Sa structure semble absolument normale.

Obs. XLI. — *Testicule d'un sujet de dix-sept ans.*

Ce testicule est formé de canalicules qui sont de taille bien différente. A côté de tubes dont le diamètre atteint seulement 106 μ, on trouve des canalicules dont la taille se chiffre par 195 μ. Ces tubes sont pleins ou creux; ces derniers sont de beaucoup les plus nombreux. L'aspect de ce testicule rappelle, de très près, la glande de l'obs. XXXVII. Même structure de la paroi propre et des cellules de Sertoli, même disposition du tissu conjonctif, même rareté de cellules interstitielles. Aussi nous paraît-il inutile d'entrer plus avant dans l'analyse histologique de cette pièce.

Obs. XLII. — *Testicule d'un enfant de six ans.*

La tunique albuginée épaisse de 400 μ, est parcourue par de gros vaisseaux sanguins, et elle se montre infiltrée, çà et là, de cellules interstitielles groupées en îlots.

Séparé de l'albuginée par une nappe de tissu conjonctif épaisse de 60 à 70 μ, le parenchyme testiculaire apparaît fragmenté en lobules nettement individualisés.

Chacun de ces lobules est occupé par des canalicules dont le diamètre moyen est de 60 μ. Mais on rencontre des tubes dont la taille oscille de 52 à 71 μ.

La paroi propre est mince et formée seulement d'une ou deux lamelles conjonctives.

L'épithélium est représenté par de petites cellules à protoplasma commun. Les noyaux de ces éléments sont ovalaires. Ils sont situés contre la membrane propre et leur grand axe est perpendiculaire à cette membrane. De place en place, on voit des ovules mâles prendre rang au niveau de ces petites cellules épithéliales. Ces ovules mâles se reconnaissent à leur volume, à leur contour arrondi, à leur protoplasma clair, à leur gros noyau sphérique. Ce noyau s'est parfois divisé sans qu'on observe concurremment une division du corps cellulaire, aussi nombre d'ovules mâles présentent-ils des noyaux multiples. Nous avons compté jusqu'à cinq de ces noyaux dans une même cellule.

La lumière du canalicule est généralement vide; parfois elle est occupée par des coagula granuleux au milieu desquels on peut trouver des éléments desquamés qui sont des cellules de Sertoli ou des ovules mâles.

Le tissu conjonctif est très réduit. Il est de type lâche. On y rencontre des cellules fixes, des fibres conjonctives onduleuses, assez espacées les unes des autres, des fibres élastiques rares et grêles qui sont localisées seulement dans les cloisons interlobulaires. Au niveau de quelques-unes de ces cloisons, le tissu conjonctif, se tasse sous forme de bande fibreuse. Il n'existe point de cellules interstitielles.

Les cavités qui occupent les branches anastomosées du rete sont étroites et parfois virtuelles. En pareil cas, les épithéliums qui revêtent les canaux excréteurs s'adossent par leur pôle apical.

L'épididyme et le canal déférent ne présentent aucune particularité remarquable.

Obs. XLIII — *Testicule d'un sujet de vingt-quatre ans.*

Au-dessous d'une albuginée épaisse de 70 μ, le parenchyme testiculaire apparaît formé de canalicules creux d'un diamètre de 200 μ. Ces canalicules sont pressés les uns contre les autres, et nulle part on n'observe trace de répartition lobulaire.

La lamelle la plus interne de la paroi propre est épaissie et elle a subi la transformation hyaline.

L'épithélium de revêtement est représenté par des cellules de Sertoli à protoplasma commun. Ce protoplasma est vacuolaire. Il est infiltré de graisse. Quand la graisse siège au-dessous du noyau, elle apparaît sous forme de fines gouttelettes, de taille égale. Les granulations graisseuses sont de tailles très variables quand la graisse siège au-dessus du noyau. Les noyaux sertoliens sont disposés sur un seul rang, à des distances variables de la paroi propre. Ils sont rarement pressés les uns contre les autres.

Un certain nombre de canalicules se présentent sous un aspect notablement différent. Le tube séminipare a diminué de calibre : parfois il mesure seulement 57 ou 60 μ. Sa section n'est plus circulaire, mais aplatie. La paroi propre s'est considérablement épaissie : elle peut mesurer 20 μ; la lumière est irrégulièrement festonnée. Les tubes, ainsi modifiés, sont isolés ou réunis par petits groupes; leur revêtement épithélial disparaît. Certains d'entre eux sont représentés seulement par un îlot hyalin.

Nulle part on n'observe d'épithélium au stade de pré-spermatogénèse.

La lumière des canalicules est parfois occupée par des coagula granuleux, et par des éléments cellulaires desquamés. Ces éléments sertoliens dégénérés ont un noyau ratatiné, uniformément coloré en rouge foncé par la safranine; le protoplasma qui englobe les noyaux n'a plus de vacuoles. Il est compact et se colore plus énergiquement que le protoplasma des cellules sertoliennes en pleine vitalité.

A côté des bouchons cellulaires dont il vient d'être question, on trouve dans la lumière des canalicules des corps stratifiés. Ces corps sont nus ou entourés d'une couronne de cellules épithéliales, nettement individualisées. Leur centre est occupé par des noyaux de taille inégale; sur la figure XVII ces noyaux sont entourés d'une série de zones hyalines, alternativement claires et foncées, disposées en cocarde, concentriquement.

Le tissu conjonctif est presque uniquement représenté par des cellules interstitielles. Ces dernières sont isolées ou réparties en îlots. Mais sur ce testicule, les îlots sont de petite taille et sont peu nombreux. Les cellules interstitielles sont, pour la plupart, infiltrées de graisse et de cris-

talloïdes. Les gouttelettes graisseuses sont tantôt fines et tantôt volumineuses. Dans une même cellule, elles sont de taille égale ou de diamètre variable. Quand aux cristalloïdes ils occupent le protoplasma ou sont situés en dehors de lui. Sur de larges territoires les éléments conjonctivo-vasculaires sont noyés dans une nappe de plasma conjonctif coagulé.

Obs. XLIV. — *Testicule d'un sujet de douze ans et demi.*

L'albuginée, épaisse de 75 μ, entre, par sa face profonde, au contact des tubes séminipares.

Ces tubes, répartis en lobules par des cloisons fibreuses, sont dans chaque lobule, généralement au contact les uns des autres.

Toujours pourvus d'une membrane propre très mince, les canalicules de ce testicule se rapportent à deux types.

Les tubes de 55 à 60 μ sont pleins ou munis d'une très étroite lumière centrale. Les cellules qui les revêtent ont leurs noyaux situés contre la membrane propre; ces noyaux sont serrés les uns contre les autres et plongés dans un protoplasma commun qui est compact ou semé de quelque petites vacuoles.

Les canalicules de 88 à 124 μ sont presque tous pleins. Leur protoplasma est largement vacuolaire et semé de fins corpuscules couplés. Les noyaux de Sertoli sont situés à diverses hauteurs et largement espacés les uns des autres; ils sont volumineux, ovoïdes et remarquablement clairs; on leur reconnaît un nucléole et des corps juxta-nucléolaires. De plus, certains canalicules présentent, au milieu des cellules sertoliennes, quelques éléments de la lignée séminale. Ce sont des spermatogonies qui sont au repos ou en voie de division; ces spermatogonies, volumineuses et claires, ont un contour nettement limité; à leur niveau la paroi propre se relève en un feston convexe en dehors. En dedans des spermatogonies on trouve encore, çà et là, des spermatocytes de premier ordre.

Nombre de cellules de Sertoli sont en voie de dégénérescence. Tantôt elles sont infiltrées de gouttelettes adipeuses. Tantôt leur protoplasma se montre farci de granulations et de boules albuminoïdes : cette dégénérescence granuleuse s'accompagne de lésions du karyoplasma; la chromatine disparaît du noyau qui peut présenter un contour déchiqueté. On observe encore la chromatolyse des cellules de Sertoli. En pareil cas, on trouve desquamées, dans la lumière du canalicule, des masses protoplasmiques indivises, qui fixent fortement les réactifs acides, et dans le protoplasma on trouve des noyaux ratatinés, colorés uniformément par la safranine, jusqu'au jour où la chromatine, comme pulvérisée, apparaîtra dans le corps cellulaire.

Le tissu conjonctif est formé de fibrilles conjonctives assez éloignées les unes des autres, de cellules fixes et d'un très petit nombre de cellules interstitielles nettement caractérisées.

Sur la figure IV, il est possible de suivre le passage du canalicule séminifère au tube droit. La coupe passe en dehors des cavités occupant le centre des deux formations. Aux noyaux testiculaires, petits et fortement colorés succèdent brusquement des noyaux volumineux et

clairs, dont le nucléole est très apparent. Au protoplasma commun, largement vacuolaire, font suite des éléments volumineux dont le contour est assez nettement circonscrit, dont le protoplasma est uniformément plein, Une paroi propre, mince et lamelleuse sert de soutien aux éléments épithéliaux du canalicule séminipare; cette gaine nettement individualisée disparaît au niveau du tube droit; l'élément épithélial revêt des cavités toujours béantes, coulées dans une gangue massive, de nature fibro-élastique. Ajoutons que le tube droit porte, près de son origine, un rétrécissement bien visible sur notre dessin.

L'élément épithélial du rete se montre sous deux aspects bien différents que relient des formes de passage. Tantôt il s'agit de cellules très aplaties, qui rappellent un endothélium; ces cellules à noyau très colorable semblent plus ou moins fusionnées les unes avec les autres (voir fig. LXX). Tantôt l'épithélium est polyédrique, à contour nettement délimité. Le noyau est clair, allongé, et souvent parcouru par des fisures ou par des plis (fig. LXIX). Sur certaines branches du rete, on peut voir, sur un même canal, un épithélium pavimenteux s'interrompre brusquement; et le segment de canal, où cet épithélium fait défaut, est occupé par un groupe de cellules hautes, nettement individualisées, qui se disposent en éventail pour faire saillie dans la lumière du canal (fig. LX).

Le passage du rete à l'épididyme est marqué par un relèvement de hauteur des épithéliums.

Le diamètre du tube épididymaire oscille de 110 à 180 μ. Ce tube présente une section transversale arrondie, mais la cavité qui marque son centre est d'aspect variable. Elle est souvent circulaire. D'autres fois, elle affecte la forme d'une étoile à 3, 4 ou 5 branches. Pareille apparence est due, non point à des relèvements de la musculeuse dont l'épithélium traduirait l'existence, mais simplement à ce fait que l'épithélium présente des variations de hauteur. Il se dispose en groupes floculeux. Et le fait est si vrai que l'épithélium est souvent bas là où la musculeuse présente des plis, qui font saillie dans la cavité du tube épididymaire. Aussi l'épithélium, en réduisant sa hauteur, atténue les inégalités que peut présenter la paroi du canal épididymaire.

La musculeuse ne présente aucune particularité.

L'épithélium épididymaire est stratifié. A côté de petites cellules, à noyau rond, situées contre la musculeuse, on observe de grands éléments polyédriques dont le noyau est ovoïde. Le corps cellulaire de pareils éléments contient souvent de la graisse, mais on n'y trouve point de grains de sécrétion colorés en rouge par la méthode de Flemming (triple coloration). Cette même méthode met en évidence des centrosomes et les grains que présentent à leur base les cils, très courts, qui hérissent la surface de la plupart des cellules épididymaires.

Obs. XLV. — *Testicule d'un sujet de douze ans.*

L'albuginée épaisse de 230 à 240 μ, suivant les points considérés, entre au contact des tubes séminipares par sa face profonde.

Ces tubes sont répartis en lobules dont la base et le sommet sont seuls

bien indiqués. Dans chaque lobule, les tubes se montrent au contact les uns des autres, ou séparés par de minces cloisons conjonctives; leur diamètre oscille de 40 à 55 μ.

La paroi propre est mince.

Le revêtement épithélial est constitué par un protoplasma commun. Les noyaux sont petits, colorés et disposés en un seul rang, contre la membrane propre. Une lumière centrale étroite occupe le centre du canalicule.

Certaines cellules du revêtement sont infiltrées de graisse; d'autres se desquament dans la cavité du canalicule; leurs noyaux rapetissés se colorent avec une grande énergie et sont plongés dans une masse protoplasmique beaucoup plus avide des colorants acides que ne l'est, normalement, le protoplasma.

Le tissu conjonctif est formé de cellules fixes, de fibrilles conjonctives et élastiques, et d'éléments dont le corps cellulaire est bourré de fines granulations basophiles (Mastzellen). Nulle part on observe de cellules interstitielles nettement caractérisées.

Le tissu fibreux du corps d'Highmore est parcouru par un réseau dont les branches ont une lumière béante, bien que de calibre variable.

L'épididyme présente de grandes variations d'aspect suivant les points considérés.

A côté de sections dont le diamètre atteint seulement 50 ou 80 μ, dont la paroi contractile est réduite à une ou deux assises musculaires, on trouve des régions dont le diamètre atteint 190 ou 220 μ. La musculeuse à 62 μ d'épaisseur; l'épithélium est haut de 44 μ.

Considéré sous le rapport de sa structure, le tube épididymaire n'est pas sujet à de moindres variations.

Certaines sections ont une lumière arrondie bordée par une seule couche de cellules cubiques, très régulièrement disposées. Les cils font défaut sur de pareilles cellules.

Ailleurs la lumière de l'épididyme est irrégulière, du fait d'éléments épithéliaux disposés en groupes floculeux. Ces éléments sont stratifiés. Au-dessus de petites cellules, profondément situées, et munies d'un noyau rond, on observe de grandes cellules polyédriques. Ces cellules présentent souvent des granulations graisseuses réparties au-dessus du noyau. La plupart d'entre elles n'ont point de garniture ciliée, mais au voisinage de leur pôle libre, on observe, dans la lumière de l'épididyme, de fines granulations colorées en rouge par la méthode de Flemming. Ces granulations disposées en série ou réunies en grappe contre le pôle apical de la cellule de revêtement représentent le produit de sécrétion de l'épididyme, au stade d'élimination. Il nous a été impossible sur cette pièce de suivre le processus de sécrétion car les noyaux étaient si tassés les uns contre les autres que les corps cellulaires étaient remarquablement réduits.

Les phénomènes de karyokinèse sont rares dans l'épithélium épididymaire et s'observent seulement sur les cellules superficielles.

La cavité de l'épididyme est occupée, sur quelques coupes, par des

bouchons cellulaires. Dans ces bouchons on observe en particulier de gros éléments à protoplasma granuleux, à noyau clair et aussi des éléments desquamés dont le noyau est en voie de fragmentation; le corps cellulaire de pareils éléments est, d'ordinaire, fortement coloré par les teintures acides.

Obs. XLVI. — *Testicule d'un sujet de quatorze ans.*

Albuginée épaisse de 110 à 115 μ.

Les tubes séminipares sont au contact les uns des autres. En certaines régions seulement, ils sont séparés les uns des autres par de larges cloisons conjonctives.

La membrane propre apparaît arrondie sur les sections perpendiculaires; quelquefois, elle présente un contour festonné. Elle est formée de 3 ou 4 lames concentriques, qui sont, par endroits, plus ou moins écartées les unes des autres. Ces lames retiennent le réactif de Weigert aussi énergiquement que les fibres élastiques, ou peu s'en faut. Les noyaux des cellules fixes de la paroi possèdent un nucléole coloré en rose, après la triple coloration de Flemming.

L'épithélium de revêtement se rapporte à trois types.

Les petits tubes d'un diamètre moyen de 88 μ sont formés d'un protoplasma commun, vacuolaire par endroits. Ce protoplasma est semé de noyaux, qui sont petits, vivement colorés, et pressés les uns contre les autres; on en compte une quarantaine sur la section transversale d'un seul canalicule.

Les canalicules dont le diamètre atteint 110 à 135 μ, présentent à côté des cellules du type précédemment décrit, des spermatogonies qui sont en pleine chromatolyse ou sont en voie de prolifération, et aussi quelques rares spermatocytes. Nous avons observé plusieurs stades de la mitose, et une fois le stade synapsis.

Dans un troisième type (tubes de 155 à 177 μ), la lumière est large; le protoplasma commun est largement vacuolaire, et dans sa région sus-nucléaire, il est semé de gouttelettes de graisse et de ces petits corpuscules que nous avons signalés dans plusieurs observations. Les noyaux sont clairs, volumineux, disposés sur un seul rang, à des distances variables de la membrane propre. Ils se montrent munis de l'appareil nucléolaire typique et sont largement espacés les uns des autres : on n'en trouve qu'une douzaine sur la section transversale d'un canalicule. Ajoutons que sur cette pièce on observe la polychromaticité des noyaux de Sertoli. Certains de ces noyaux sont petits, à contours déchiquetés, brutalement colorés en violet foncé par l'hématéine : ce sont des éléments vieux. D'autres présentent un nucléole, fortement dilaté, qu'entoure une mince écorce de chromatine.

Enfin, on trouve, épars au milieu du parenchyme, des canalicules en voie de disparition. Leur diamètre ne dépasse guère 30 μ. Leur paroi propre est épaissie. Leur épithélium est totalement desquamé.

Nombre de canalicules ont leur lumière obstruée par des coagulations granuleuses, par des cellules sertoliennes, par des corps concentriques.

Les éléments desquamés sont encore en pleine vitalité ou sont en voie de destruction. En pareil cas, ils se montrent souvent comme une masse protoplasmique, semée de noyaux rabougris, colorés fortement et sans la moindre élection. Les corps concentriques, qu'on observe sur cette pièce, n'ont pas de noyaux en leur centre.

Le tissu conjonctif est formé de cellules fixes et de quelques fibrilles conjonctives et élastiques largement espacées les unes des autres. Ces éléments sont coulés par endroits dans une nappe de plasma coagulé, à côté de cellules à grains basophiles (mastzellen) et de cellules interstitielles. Ces dernières sont rassemblées en îlots qui n'affectent aucune systématisation périvasculaire bien nette; nombre d'entre elles sont chargées de graisse.

Le tube épididymaire atteint 200 à 260 μ de diamètre; il affecte deux types principaux.

Certaines sections sont pressées les unes contre les autres et sont réunies par d'étroites cloisons fibreuses; la musculeuse atteint 20 ou 30 μ d'épaisseur; l'épithélium est constitué par de petites cellules basales et par un épithélium polyédrique, haut de 55 à 60 μ, muni partout de cils vibratiles; la lumière du canalicule est régulièrement arrondie.

D'autres sections sont espacées les uns des autres, la musculeuse peut dépasser en épaisseur le revêtement épithélial [1], dont la hauteur varie avec les points considérés; ce revêtement est polyédrique ou cubique; la garniture ciliée y fait parfois défaut. Quant à la lumière du canalicule, elle est irrégulièrement étoilée.

A quelque type qu'appartiennent les canalicules épididymaires, l'épithélium de revêtement se montre sous un aspect assez uniforme. Au-dessus de petites cellules basales, dont le noyau rond est vivement coloré, on observe de grands éléments polyédriques, à 4, 5 ou 6 pans. Le protoplasma de tels éléments ne présente point de grains de sécrétion, il est souvent hérissé de cils vibratiles dont la pièce basale, se teint en violet quand on fait usage de la triple coloration de Flemming. Les cils s'implantent dans la partie superficielle de la cellule, en série linéaire. Ces séries, droites ou courbes, sont plus ou moins parallèles entre elles; elles sont souvent de longueur inégale; on en compte 6, 8 ou 10 dans chaque élément. Enfin, dans chaque série, les cils sont an nombre de dix à quinze [2] (voir figure LXIII).

Les noyaux occupent la moitié inférieure de la cellule. Ils sont ovalaires et allongés parallèlement au grand axe de l'élément. Leur surface présente parfois des incisures. Leur chromatine est colorée en violet, par la triple coloration de Flemming qui teint en rose le ou les nucléoles. C'est exceptionnellement qu'on trouve les noyaux dans la moitié superficielle de la cellule épididymaire; en pareil cas, les noyaux

1. Sa hauteur oscille de 11 à 57 μ.

2. Comme les cils d'une même série sont plus rapprochés les uns des autres que les cils de deux séries contiguës, il en résulte que la disposition en série n'est apparente que dans une direction donnée; elle n'existe point dans le plan perpendiculaire à cette direction.

qu'on observe sont, d'ordinaire, en mitose. Disons, d'ailleurs, que les mitoses épididymaires sont très rares et de répartition très irrégulière.

La vésicule sessile est sur cette pièce revêtue d'un épithélium disposé sur un seul rang. Cet épithélium est, selon les points considérés, aplati, cubique ou cylindrique. Là où l'épithélium est cylindrique, sa hauteur est de 22 μ; son noyau volumineux est remarquablement clair; on y observe seulement 1 ou 2 grains colorés en rouge par la safranine; le corps cellulaire est revêtu d'une bordure ciliée, très basse. De place en place, interrompant l'uniformité de cet épithélium, on observe des éléments dont le corps cellulaire, très étroit et très colorable, renferme un noyau en bâtonnet, également très colorable. Ces éléments prennent rang entre les cellules cylindriques. Enfin, on observe çà et là de petits éléments de remplacement, situés entre les pieds des cellules cylindriques, au contact du tissu conjonctif.

Obs. XLII. — *Testicule d'un sujet de quatorze ans.*

L'albuginée entre par sa face profonde au contact des tubes séminifères. Cette tunique, épaisse de 175 à 180 μ, a subi dans sa partie externe, sur un certain nombre de territoires, la transformation vitrée. Les fibrilles ne sont plus apparentes; à leur place on trouve un tissu homogène, d'aspect hyalin, au niveau duquel les noyaux sont rares.

Des cloisons conjonctivo-vasculaires, issues de l'albuginée, esquissent une apparence de répartition lobulaire. Dans chaque lobule, les canalicules sont presque partout au contact les uns des autres. Leur lumière est irrégulière quand elle existe.

La membrane propre est nettement limitée. Sur certains tubes, la plus externe des trois lamelles concentriques se divise, et se subdivise pour se perdre, progressivement dans le tissu conjonctif ambiant.

On peut distinguer dans ce testicule trois types de tubes séminipares :

1° Des tubes d'un diamètre de 88 à 90 μ. Ces tubes sont pleins ou munis d'une étroite lumière. Le revêtement est constitué par un protoplasma commun au sein duquel on trouve de petits noyaux arrondis, tassés les uns contre les autres. La coupe d'un de ces tubes, de type infantile, renferme de 30 à 40 noyaux.

2° D'autres canalicules atteignent un calibre de 110 μ. Leur lumière est irrégulière et déjà plus large que dans le type précédent. Le protoplasma est chargé de graisse et largement vacuolaire. Les noyaux qu'on y trouve sont volumineux et assez espacés les uns des autres. Enfin de place en place on voit des spermatogonies prendre rang contre la membrane propre. Ces spermatogonies sont isolées ou groupées au voisinage les unes des autres.

3° Les plus gros tubes atteignent 160 μ de diamètre. Ils ont une large lumière centrale que borde un protoplasma largement vacuolaire. Les noyaux sont volumineux et clairs. Ils possèdent l'appareil nucléolaire que nous connaissons. Ils sont très espacés les uns des autres. Aussi, sur la section transversale d'un canalicule de ce type, nous trouvons seulement 17 noyaux.

Enfin sur quelques tubes dont la paroi très épaissie a subi la transformation hyaline, dont l'épithélium sertolien s'est desquamé, nous trouvons des spermatogonies dont quelques-unes sont géantes, et des spermatocytes. Certains de ces éléments possèdent dans leur protoplasma un corpuscule chromatique.

La lumière des tubes séminipares est occupée : 1° par des coagula dont l'aspect apparaît surtout granuleux dans les pièces fixées au sublimé; 2° par des éléments cellulaires. Ces derniers sont parfois aisément reconnaissables; ce sont des cellules de Sertoli ou des éléments de la lignée séminale. Nous avons même pu constater dans la cavité d'un canalicule des spermatides bien caractérisées; mais nous n'avons pas réussi à retrouver ces spermatides en place, dans le revêtememt épithélial. D'autres fois, les éléments desquamés sont à peine reconnaissables, ils se montrent comme des noyaux rabougris, uniformément colorés, plongés dans un protoplasma qui fixe énergiquement les teintnres acides.

Le tissu conjonctif est représenté presque uniquement par des cellules. Ce sont des cellules fixes, des cellules à granulations basophiles (mastzellen), et des cellules interstitielles. Ces dernières sont peu nombreuses. Elles sont groupées en îlots de taille exiguë, et ces îlots n'affectent aucune localisation spéciale vis-à-vis des vaisseaux sanguins. Le protoplasma des cellules interstitielles est plein, homogène, ou bien il se montre semé de vacuoles, occupées par des gouttelettes graisseuses.

Le stroma fibreux du corps d'Highmore est criblé de cavités largement ouvertes. Certaines de ces cavités représentent des coupes de vaisseaux; d'autres, revêtues d'un épithélium cubique, répondent aux canaux du rete. Vaisseaux et rete vasculosum testis s'intriquent les uns dans les autres. Il n'y a pas lieu de distinguer dans le corps d'Highmore un étage vasculaire et un étage canaliculaire.

Les tubes épididymaires sont coulés dans une masse de tissu conjonctif dont l'aspect rappelle celui de la boule d'œdème. Ces tubes dont le diamètre oscille de 220 à 310 μ, se présentent sous deux types : 1° les plus petits ont une tunique musculaire très mince et d'aspect dissocié. Cette tunique est épaisse comme les cellules cubiques qui forment le revêtement épithélial. Ces cellules d'égale hauteur ne présentent pas de garniture ciliée, pour la plupart. Quand cette garniture existe, les cils qui la composent sont remarquablement courts. Ces cellules cubiques ont un noyau arrondi. L'aspect uniforme qu'elles donnent au revêtement épithélial est interrompu, çà et là, 1° par des éléments, aplatis perpendiculairement à la membrane propre, et dont le noyau a la forme d'un bâtonnet, 2° par de gros éléments globuleux dont le protoplasma est transparent. Sur les tubes épididymaires de ce type la lumière est arrondie.

2° Les tubes épididymaires les plus larges ont une lumière étoilée. Ils doivent cet aspect à ce fait que le revêtement épithélial est de hauteur très inégale suivant les points considérés. Les cellules épithéliales les plus basses sont aux cellules les plus hautes, comme 1 est à 4. Le

revêtement ainsi constitué passe sur les saillies que présente parfois la musculeuse, sans les accuser. De plus on trouve dans l'épaisseur du revêtement des cavités arrondies, limitées par un épithélium cilié. On pourrait croire qu'il sagit là de kystes intraépithéliaux analogues à ceux qu'on observe dans le mur saillant des gencives embryonnaires. Mais l'examen des coupes en série nous montre que ces cavités représentent la coupe de diverticules de la lumière centrale; ces diverticules sont de direction oblique par rapport à la surface de la musculeuse. Quelques-uns d'entre eux contiennent des détritus cellulaires, comme la cavité de certains tubes épididymaires.

Ajoutons que le revêtement est constitué 1° par de petites cellules basales, 2° par de grands éléments polyédriques, munis de cils vibratiles.

A côté de coagula et de détritus cellulaires, nous avons trouvé un corps concentrique dans la lumière d'un tube épididymaire.

Les coupes qui portent sur l'origine du déférent nous montrent un épaississement de la musculature qui présente outre ses fibres circulaires des fibres musculaires à direction longitudinale. De plus la musculature est séparée de l'épithélium par un chorion fibreux.

Obs. XLVIII. — *Testicule d'un sujet de dix-sept ans.*

Ce fragment de testicule gauche que nous devons à l'obligeance du Dr M. André (de Péronne) provient d'un sujet de dix-sept ans ayant tous les attributs du féminisme.

Ce testicule, moitié plus petit que son congénère, est réduit à un bloc de tissu fibreux parcouru par de gros vaisseaux sanguins. Nous n'avons trouvé aucun canalicule séminipare dans le petit fragment de testicule qui a été soumis à notre examen. Nous nous gardons bien de conclure qu'il en était ainsi dans le reste de la pièce.

Obs. XLIX. — *Fragment du testicule droit d'un sujet de 17 ans*[1], *dû à l'obligeance du Dr M. André (de Péronne).*

Par sa face profonde, l'albuginée épaisse de 400 μ, entre au contact du parenchyme testiculaire, sans interposition de tissu conjonctif. De sa face profonde naissent des cloisons fibreuses, qui sont courtes, et parfois ramifiées. Ces cloisons localisées à la périphérie du testicule, déterminent une lobulation incomplète de la glande.

La paroi propre des canalicules est normale.

Quant aux canalicules, ils sont de divers types.

a) Les petits canalicules d'un diamètre de 80 μ sont encore pleins. Leurs noyaux serrés, disposés sur plusieurs rangs, sont très colorables; ils affectent un type de transition entre les noyaux des petites cellules épithéliales et les noyaux de type Sertolien. Le protoplasma commun où sont plongés les noyaux est plein.

b) Les canalicules plus volumineux (90 à 95 μ) ont un protoplosma commun criblé de vacuoles, mais ces vacuoles sont localisées surtout

1. Cette observation et la précédente proviennent du même sujet.

autour de la lumière du canalicule qui est étroite. Les noyaux sont espacés les uns des autres et disposés généralement sur un seul rang : ils ont le type des noyaux de Sertoli.

Sur certains canalicules de ce type, les cellules de Sertoli sont nettement individualisées : elles affectent la disposition d'un épithélium polyédrique simple. Les noyaux occupent la base de la cellule. Nous avons eu déjà l'occasion de constater pareille forme cellulaire (voir observation XXX).

c) Enfin quelques tubes testiculaires (125 à 130 μ) tentent d'élaborer une lignée séminale. Outre les cellules de Sertoli, dont les noyaux présentent le phénomène de la polychromaticité, comme les éléments des tubes stériles, on observe des spermatogonies et des spermatocytes. Les spermatogonies sont à l'état quiescent. Quelques-unes d'entre elles sont géantes ; d'autres présentent leurs noyaux en chromatolyse. Les spermatocytes sont en mitose, et tous au stade qui précède la première mitose de maturation. Ils sont disposés sur un ou deux rangs.

Au milieu des coagula granuleux qui occupent la lumière de nombre de canalicules, on observe :

1° Des cellules de Sertoli et des éléments de la lignée séminale qui sont desquamés.

2° Des corps hyalins très petits, analogues à ceux qu'on observe dans la prostate. Ces corps hyalins ne présentent point d'élément cellulaire en leur centre.

Le tissu conjonctif est lâche ; il est formé de cellules fixes et de fibres conjonctives noyées dans la lymphe coagulée. C'est seulement sur les cloisons émanées de l'albuginée que ce tissu prend le type fibreux. Les cellules interstitielles sont réparties en îlots. Ces îlots sont d'une extrême rareté ; ils sont constitués tout au plus par quatre ou cinq éléments. Ces éléments sont homogènes ou de structure alvéolaire.

Obs. L. — *Testicule d'un sujet de quatorze ans.*

Par sa face profonde, l'albuginée, épaisse de près d'un millimètre, entre au contact direct des canaux séminipares.

Ces canalicules ne sont point répartis en lobules. Tantôt tassés les uns contre les autres, tantôt largement espacés par des cloisons conjonctives et des îlots de cellules interstitielles, ils se présentent avec des aspects très variés, et parfois on observe des structures différentes sur la section transversale d'un seul et même canalicule.

La paroi propre est constituée par trois ou quatre lamelles concentriques. Çà et là, la région interne de la paroi a subi la transformation vitrée ; le revêtement épithélial qu'elle supporte est en pleine dégénérescence. Ailleurs encore, la paroi propre s'est épaissie ; le canalicule s'est aplati ; sa lumière est virtuelle et les éléments qui limitaient cette lumière ont disparu.

Les cellules de Sertoli se présentent sous des formes variées.

a) Tantôt le tube séminifère, large de 80 μ, est comblé par une masse protoplasmique, très colorable, semée de noyaux, étagés sur une ou plu-

sieurs rangées. Le protoplasma, vivement colorable, est homogène; il n'est semé d'aucune vacuole, et le plus souvent il n'existe point de lumière au centre du canalicule. Quand cette lumière ne fait point défaut, elle est étroite et de forme étoilée.

b) D'autres fois (canalicules de 135 à 140 μ), le revêtement est représenté par une masse protoplasmique criblée de vacuoles. Cette masse protoplasmique, beaucoup moins colorable que dans les canalicules du type précédent porte en son centre une lumière large et irrégulière.

c) Les cellules de Sertoli tendent parfois à s'individualiser sous forme de fuseaux, légèrement écartés les uns des autres. Le noyau occupe le ventre du fuseau qui ne contracte que de rares anastomoses avec les cellules voisines.

d) Enfin on retrouve quelques tubes dont le revêtement simule un épithélium polyédrique, disposé sur une seule assise. Les cellules de Sertoli sont tassées les unes contre les autres, mais séparées par une ligne de démarcation très nette. Elles rappellent, en tous points, l'aspect que nous avons décrit (obs. XXX) et représenté sur la fig. VI.

Nombre de cellules de Sertoli se montrent en pleine dégénérescence. Elles constituent les bouchons qu'on observe dans la plupart des canalicules testiculaires. Flottant librement dans la lumière ou comblant toute la cavité du canalicule, ces bouchons sont constitués par des cellules de Sertoli d'aspect normal ou par des cellules en pleine dégénérescence. Quelquefois même, la cavité est occupée par un coagulum fortement granuleux, semé de noyaux sertoliens caractérisés par leur petitesse, leur contour déchiqueté, leur aptitude à fixer sans élection les colorants du noyau.

Sur un tube nous avons observé la transformation granuleuse que nous avons eu l'occasion de décrire à plusieurs reprises.

e) A côté des tubes stériles on trouve quelques canalicules qui tentent d'édifier une lignée séminale. Ces canalicules sont représentés tantôt par des canalicules de 130 à 140 μ, sans lumière centrale, à protoplasma plein, vivement colorable, et tantôt par des canalicules de 170 à 180 μ, à cavité spacieuse, à protoplasma vacuolaire. Dans un cas comme dans l'autre, on voit prendre rang, au milieu des cellules de Sertoli, des spermatogonies et parfois aussi des spermatocytes. Mais ces spermatogonies et ces spermatocytes tombent dans la lumière du canalicule, avant de se transformer en spermatides.

Le tissu conjonctif est représenté, ici, par du tissu fibreux, et, là, par du tissu réticulé à mailles vides. Ce tissu est semé de cellules interstitielles et de mastzellen. Les cellules interstitielles sont réparties pour la plupart en îlots; ces îlots sont nombreux et de grande taille; ils affectent souvent une systématisation périvasculaire des plus nettes. Toutefois la répartition de ces éléments n'a rien de fixe et certaines régions du testicule en sont presque totalement dépourvues. La structure des cellules interstitielles ne présente ici rien de particulier. Notons seulement que, çà et là, les éléments fixes du tissu coujonctif s'appliquent à la périphérie d'un îlot de cellules interstitielles, et forment à cet îlot une

sorte de membrane d'enveloppe qui, d'ailleurs, est toujours incomplète.

Le canal épididymaire se présente sous trois aspects.

1° Tantôt il s'agit d'un canal d'un diamètre de 100 à 110 μ. Ce canal, pourvu d'une lumière très étroite, est bordé par un haut épithélium cilié disposé sur une seule rangée. Cet épithélium est remarquable par son protoplasma opaque et sombre, et ses noyaux sont allongés perpendiculairement à la musculeuse, contre laquelle ils sont situés.

Dans un second type l'épididyme atteint un diamètre de 115 μ. La musculeuse est mince, l'épithélium est transparent. Ses cellules sont, par endroits seulement, garnies de cils ; de plus elles sont de hauteur très inégale. Elles se rassemblent, à dix ou quinze, pour former un groupe floculeux qui fait saillie, dans la lumière du canal, à la façon d'un bourgeon. Les cellules les plus hautes occupent le sommet de la touffe. Comme les groupes floculeux se répartissent sans interruption sur la paroi de l'épididyme, il en résulte que la lumière du canal est très irrégulièrement festonnée.

Enfin on trouve des sections dans lesquelles l'épididyme affecte son aspect classique. Le canal, large de 265 μ, porte en son centre une lumière régulièrement arrondie. L'épithélium de revêtement comprend une couche superficielle de hautes cellules ciliées, et une couche de cellules basses, appliquées contre la musculeuse. Ces cellules profondes ont un petit noyau vivement coloré, et un corps cellulaire très réduit. Le protoplasma des éléments épithéliaux montre, après fixation à la liqueur d'Hermann, une structure vaguement filamenteuse. Les fils protoplasmiques sont disposés suivant le grand axe de la cellule. Notons qu'on trouve encore le cytoplasme bourré de granulations adipeuses.

C'est surtout dans les canalicules épididymaires de ce dernier type, qu'on observe les phénomènes de dégénérescence et de régénération épithéliale dont nous devons maintenant faire mention.

Dans la couche profonde de l'épithélium, il existe de petits éléments inclus dans une cavité sise en plein épithélium. Ces éléments se reconnaissent au premier coup d'œil à leur protoplasma acidophile vivement coloré, aux volumineux corpuscules chromatiques épars dans le cytoplasme.

Dans la couche superficielle de l'épithélium, on voit, çà et là, des cellules dont le protoplasma se teint plus énergiquement que le cytoplasme des cellules avoisinantes. Puis, le protoplasma de ces éléments déborde la ligne que constitue le pôle apical des cellules épididymaires. Ce bourgeon, qui coiffe la cellule, devient de plus en plus volumineux. Il semble s'accroître aux dépens du reste de la cellule épithéliale. Finalement le noyau passe dans ce bourgeon, et la cellule qui a quitté sa situation première, tombe dans la lumière du canal épididymaire.

Dans les cellules superficielles on trouve encore des modifications que nous n'avions pas encore observées. Le noyau des cellules épithéliales présente des corpuscules qui se colorent en rouge vif sur les pièces fixées dans le bichromate acétique et teintes par la méthode de Rabl. Ces

corpuscules prennent le rouge, parfois le jaune, exceptionnellement le violet, sur les tissus fixés dans la liqueur d'Hermann et traités par le mélange de Flemming (safranine, violet de gentiane et orange). Ils sont arrondis ou en forme de croissant. Ils sont en nombre variable (1 à 4) dans un élément donné. Leur taille n'a rien de fixe et l'on voit fréquemment des corpuscules de taille inégale se rassembler dans un même noyau; quelquefois même, le corpuscule s'entoure d'une zone de karyoplasma nettement limitée. Le corpuscule et son enveloppe ont, jusqu'à certain point, l'aspect d'un élément cellulaire.

Enfin on observe dans l'épithélium épididymaire nombre de figures mitosiques. Relevons le fait que les cellules en division, qui sont de taille très inégale, se retrouvent dans la couche profonde, aussi bien que dans la couche superficielle de l'épithélium.

Le canal déférent est d'aspect normal; sa lumière, étroite, est irrégulière. Son épithélium cilié est bourré de graisse. Il présente des bourgeons qui plongent dans la lumière du canal. De telles saillies sont déterminées par des relèvements du chorion; quelques-unes seulement sont dues à ce que l'épithélium du déférent se dispose, par endroits, en groupes floculeux. En dehors du chorion qui est fibreux se superposent les assises de fibres lisses, qui composent la musculature puissante du canal déférent.

Obs. LI. — *Testicule d'un jeune chien, dû à l'obligeance du Dr Paul Carnot. — Le testicule en ectopie est d'un tiers moins volumineux que le testicule sain*; *il a été fixé au sublimé.*

Les tubes testiculaires, d'un diamètre de 70 à 90 μ, sont réunis en groupes séparés par des cloisons conjonctives, et tous les tubes testiculaires d'un groupe donné sont au contact les uns des autres, paroi contre paroi.

La paroi propre est mince. Elle est revêtue d'éléments épithéliaux, essentiellement représentés par des cellules de Sertoli, et accessoirement par quelques éléments de la lignée séminale

Les cellules de Sertoli ont un protoplasma commun qui remplit presque complètement le canalicule testiculaire. Ce protoplasma est plus ou moins compact au voisinage de la paroi propre; à mesure qu'on se rapproche du centre du canalicule, ce protoplasma se creuse de vacuoles irrégulières, de plus en plus volumineuses, si bien que la lumière centrale du canalicule séminipare paraît n'être qu'une vacuole simplement agrandie. Le protoplasma des cellules de Sertoli est semé de noyaux, sphériques ou ovoïdes ; dans ce dernier cas, leur grand axe est perpendiculaire à la membrane propre. Ces noyaux sont porteurs de quelques grains de chromatine et d'un nucléole volumineux que l'hématoxyline au fer colore fortement en noir.

Les éléments de la lignée séminale sont représentés par des spermatogonies et par des spermatocytes. Tantôt les spermatogonies existent seules, contre la membrane propre; tantôt on trouve en dedans des spermatogonies, des gros spermatocytes, reconnaissables à leur forme poly-

gonale, à leur noyau en mitose, à leur idiosome. Spermatogonies et spermatocytes peuvent se libérer, et tomber dans la cavité du canalicule testiculaire.

On observe sur les spermatogonies des altérations qui portent tantôt sur le noyau seul et tantôt, à la fois, sur le noyau et le corps cellulaire. Ces altérations se caractérisent par ce fait que le protoplasma s'individualise autour du noyau, sous forme d'une masse beaucoup plus colorable par les teintures acides (éosine orange) que le protoplasma ambiant. Cette masse, nettement délimitée, est sphérique ou polygonale. Dans son noyau, la chromatine se rassemble à la face interne de la membrane nucléaire. Les grains de chromatine se fusionnent en un bloc irrégulier, qui se teint avec une grande énergie, mais sans la moindre élection, par les réactifs du noyau. Puis ce bloc se fragmente en boules arrondies qui ne tardent point à disparaître. Une masse de protoplasma nettement circonscrite, énergiquement colorée, représente la cellule dégénérée; elle est encore située contre la membrane propre. Elle n'a plus qu'à se desquamer dans la lumière du canalicule testiculaire (voir figures XXXII à XL).

De loin en loin, on observe encore des éléments que leur volume, relativement considérable, fait distinguer au premier coup d'œil. On les reconnaît à leur siège contre la membrane propre, à leur contour nettement délimité, à leur gros noyau, à leur protoplasma qui parfois présente une disposition réticulée. Ces spermatogonies géantes (figure XX) peuvent se diviser par voie indirecte. Elles peuvent entrer en chromatolyse, et certaines des cellules dégénérées qui occupent la lumière du tube testiculaire doivent, de par leur taille, être considérées comme provenant de ces spermatogonies géantes.

Nous ajouterons que les cloisons conjonctives qui séparent les uns des autres les groupes de canalicules testiculaires sont longues et étroites. Elles servent de voie aux vaisseaux sanguins.

Les cellules interstitielles sont de nombre très restreint. Elle sont situées entre les canalicules glandulaires, tantôt à distance, tantôt au voisinage des vaisseaux sanguins.

SECONDE PARTIE

I

Le testicule ectopique avant la puberté.

I. — Topographie générale du testicule.

La répartition du testicule en lobules est, en général, bien conservée chez l'enfant. Le lobule est individualisé par une gaine complète de tissu conjonctif qui, d'ailleurs, peut n'exister qu'au voisinage de la base et du sommet des lobules, et qui, parfois même, est réduite au point de se localiser exclusivement près du corps d'Highmore.

Chaque lobule est occupé par un nombre variable de tubes, dont le diamètre moyen atteint 50 ou 70 μ. Mais nous avons constaté, sur une pièce, des canalicules de 20 μ et sur une autre des canalicules de 175 μ. Il importe de remarquer, d'ores et déjà, que dans une même coupe de testicule, on observe des tubes de taille très inégale, de structure très différente. L'évolution du testicule ne s'effectue pas simultanément sur toute l'étendue de la glande. Elle est régionale : elle se déroule seulement sur un canalicule ou sur un groupe de canalicules ; elle est successive en ce sens que les diverses parties de la glande n'arrivent au même stade que les unes après les autres.

Dans notre observation XI, par exemple, nous notions qu'en un territoire du testicule qui répond au voisinage de la face externe de la glande, on voit se modifier les tubes séminipares de type infantile qui constituent la masse de l'organe. A la place de canalicules, petits et pleins, d'un diamètre de 50 μ, on trouve des canalicules volumineux d'un diamètre de 175 μ qui sont pourvus d'une large lumière ; ils sont répartis, au nombre d'une vingtaine, dans un territoire arrondi, et se montrent tantôt au contact, tantôt séparés les uns des autres par des bandes de tissu conjonctif jeune. Ils ont une paroi propre, épaisse comme celle d'un canalicule adulte, et des noyaux arrondis et clairs, tous semblables entre eux. Ces noyaux sont plongés dans une nappe protoplasmique, qui ménage au centre du tube une lumière volumineuse et irrégulière. Il y a là, en somme, un îlot testiculaire en voie d'évolution entouré de toutes parts par un

parenchyme arrêté au stade infantile. Aux points où les tissus des deux âges sont au contact, les tubes séminifères infantiles s'aplatissent, se rapprochent les uns des autres comme les segments d'une même chaîne, se disposent en cercle sur un ou deux rangs et constituent, comme une enveloppe, au territoire glandulaire plus avancé dans son évolution.

Les tubes séminipares[1] sont tantôt pleins, tantôt creux. Il est certain que le premier aspect est réel. Il ne doit pas être mis sur le compte de coupes trop épaisses ou de sections tangentielles intéressant le pôle d'insertion des cellules de revêtement. Il est, d'ailleurs, facile de se rendre compte de ce fait, en examinant des coupes sériées.

Quand on considère dans leur distribution les canalicules spermatiques, on constate qu'ils sont en général inégalement espacés, et peut-être sont-ils plus rapprochés à la périphérie du testicule qu'au voisinage du corps d'Highmore. Plus un tube est petit, plus il est, en général, éloigné de ses congénères, et telle était la rareté des canalicules, dans les testicules des observations IV et XXXIII, qu'on trouvait des champs de microscope qui, à un grossissement de 130 diamètres, ne contenaient pas un seul tube séminipare (voir figure LXVIII).

Il est de règle que les tubes séminipares de l'enfant ne soient pas au contact. Ils sont séparés les uns des autres par des travées conjonctives. Celles-ci sont à peine différentes de celles qu'on trouve à l'état normal dans une observation de Bezançon; elles nous ont paru un peu plus étendues, d'ordinaire, et parfois nous les avons trouvées fort développées.

II. — Albuginée.

L'albuginée qui enveloppe la glande séminale, est sujette à de grandes variations d'épaisseur. Les dimensions que nous avons observées oscillent entre 130 et 160 μ.

Par sa face profonde, l'albuginée entre au contact direct du parenchyme testiculaire, mais elle peut se doubler d'une lame de

1. Pour nous conformer à la tradition, nous emploierons indifféremment, dans ce travail, le nom de tubes ou de canalicules, qu'il s'agisse de cordons pleins ou de cordons creux; nous dirons tubes séminipares, séminifères ou spermatiques, bien que les canaux du testicule ectopique soient incapables d'élaborer la semence et de la transporter dans le rete.

tissu conjonctif lâche, épaisse de 35 à 120 μ. Cette lame, traversée par de gros vaisseaux, doit être rattachée à la zone de tissu conjonctif qui revêt la base du lobule testiculaire.

Un mot maintenant de la texture de l'albuginée. Tantôt cette membrane est représentée par une nappe homogène, de faisceaux conjonctifs, parallèlement disposés. Tantôt elle se répartit en trois couches. Deux de ces couches sont continues et parallèles : ce sont les couches extrêmes. Entre elles, s'interpose une couche moyenne discontinue, formée de segments fibreux, alignés en série, et séparés par des espaces linéaires. Ces espaces sont occupés par des vaisseaux et par les fibres proximales des couches superficielle et profonde, recourbées en ⊂ ou en Z pour engainer chacun des segments de la couche moyenne.

Si parfois l'albuginée se montre histologiquement identique dans toute son étendue, on peut parfois aussi y distinguer : 1° une zone superficielle, semée de cellules dont les noyaux ovoïdes sont rares, orientés en tous sens et irrégulièrement espacés; 2° une zone profonde, munie de nombreux noyaux qui sur les coupes transversales apparaissent comme autant de bâtonnets. Ces noyaux, de direction uniforme, sont équidistants et serrés les uns contre les autres.

Depuis l'époque où nous avons donné la description qui précède, nous avons repris l'examen de l'albuginée à l'aide d'un réactif que nous ne connaissions pas alors, et qui facilite singulièrement l'étude des formations élastiques : nous voulons parler du réactif de Weigert. Avec cette solution, les coupes prennent à l'œil nu une coloration d'un violet gris, très-pâle, et, sur ce fond uniforme, on voit, au microscope, les fibres élastiques se détacher nettement en violet noir.

Outre les fibres élastiques annexées aux parois vasculaires, l'albuginée contient un réseau élastique interposé entre les faisceaux fibreux qui constituent la charpente de la membrane. Ce réseau est assez riche; il est surtout très fin; ses travées ont un diamètre qui se chiffre seulement par quelques dixièmes de μ. Aussi, pour le bien étudier, il est nécessaire d'employer les forts objectifs à sec, et même les objectifs à immersion.

Les fibres élastiques de l'albuginée sont disposées sur une série de plans parallèles. Elles sont anastomosées entre elles, dans un même plan et dans des plans différents. Leur orientation générale est celle des fibres conjonctives qui leur servent de modèle

C'est dire que ces fibres sont pour la plupart parallèles à la surface de l'albuginée. Toutefois cette disposition n'a rien de fixe. Nous avons vu, dans l'albuginée, quelques faisceaux fibreux d'un plan donné, se couder à angle droit, parcourir un chemin généralement court, et s'infléchir, de nouveau, pour reprendre une direction parallèle à leur direction primitive (trajet en ⊏ ou en Z). En pareil cas, quelques fibres élastiques accompagnent les faisceaux fibreux, et présentent comme eux un trajet coudé.

Enfin nous avons noté quelquefois, dans l'épaisseur de l'albuginée, des amas de grosses cellules polyédriques. Nous considérons ces amas comme des îlots erratiques de cellules interstitielles. Ils résultent vraisemblablement de la transformation de quelques-unes des cellules fixes de l'albuginée, et nous montrerons ultérieurement que certaines des cellules endothéliales de la paroi propre sont capables, elles aussi, d'orienter leur évolution dans le même sens.

III. — Paroi propre.

Chez l'enfant la membrane propre est toujours mince. Elle nous a paru réduite à une ou deux lamelles concentriques. Dans quelques cas le pourtour de la gaine se confond insensiblement avec le tissu conjonctif intra-lobulaire disposé autour d'elle en anneaux. Cette disposition, que nous avions signalée dès 1898, Regaut (1901) la retrouve, à l'état normal, chez plusieurs mammifères dont il ne cite pas l'espèce[1].

Entre les lamelles qui constituent la membrane propre, on observe, sur les coupes transversales, des noyaux aplatis. Ces noyaux appartiennent à des cellules, remarquablement minces et transparentes. De telles cellules laissent voir sur des coupes heureuses, tangentes à la paroi, leur contour irrégulièrement polygonal et cela sans qu'il soit nécessaire de recourir à l'imprégnation d'argent. Le noyau est plat. Son contour est arrondi ou réniforme. La chromatine est disséminée, à la périphérie du noyau, sous forme de granulations d'une finesse extrême. On trouve toujours sur les coupes teintes à l'hématéine une granulation, et parfois deux, beaucoup plus volumineuses que leurs congénères. Cette granulation, arrondie, la triple coloration de Flemming la colore en rouge, tandis que la chromatine a fixé le violet de gentiane. Elle a la valeur d'un nucléole.

1. 1901. Regaut, *Arch. d'anat. microsc.*, t. IV.

Sur le Rat, Regaut [1] n'a pas observé de nucléole dans le noyau des cellules endothéliales de la membrane propre, mais peut-être la méthode de Rabl, qui a les préférences de l'auteur, est-elle insuffisante à mettre en évidence ce nucléole.

IV. — Le revêtement épithélial.

Le revêtement épithélial se présente sous deux aspects. Tantôt il est constitué uniquement par de petits éléments, tantôt il se montre pourvu à la fois de petites et de grosses cellules épithéliales, désignées par les classiques sous le nom d'ovules mâles, de cellules-mères primordiales, etc.

A. — *Les petites cellules épithéliales.*

Les petites cellules épithéliales existent seules ou concurremment avec les ovules mâles. Elles sont formées de noyaux plongés dans une substance uniformément colorée; nous avons montré que cette substance se présente parfois comme une masse pleine; d'autres fois elle paraît trouée « çà et là, de larges vacuoles qui lui donnent l'aspect d'une dentelle. Dans cette substance, il est souvent impossible de distinguer de limite cellulaire » (obs. I, II, X, XI, XII). On a sous les yeux un véritable « protoplasma commun ». Dans d'autres cas, on y peut constater « de loin en loin une trace de limite cellulaire » (obs. III); et dans l'observation XIII nous notions la présence de noyaux « autour desquels s'individualise nettement, par endroits, une substance qu'on pourrait regarder comme le corps cellulaire ».

A cette description que nous avons donnée dans notre mémoire de 1898, nous n'ajouterons rien; nous tenons toutefois à affirmer plus nettement que nous ne l'avions fait encore, que la substance où sont plongés les noyaux est uniquement constituée par du protoplasma. Ce protoplasma, est contigu aux coagulations qui encombrent parfois la lumière du tube séminipare, mais sur les pièces bien fixées, il est généralement facile de faire la distinction du protoplasma, plus ou moins homogène, et des coagulations intra-tubulaires, qui sont toujours nettement granuleuses.

Les noyaux des petites cellules épithéliales sont ronds ou ovalaires, et tous sont de taille moyenne. Leur diamètre oscille de 8 à

1. 1901. *Loc. cit.*

12 μ. Ils sont souvent situés à des distances inégales de la paroi propre : aussi semblent-ils alors superposés sur deux, trois ou quatre rangées. Quand ces noyaux se montrent sur un seul rang, ils sont souvent disposés à la file, comme les grains d'un chapelet, le long de la membrane propre. Nous ajouterons qu'à l'inverse des noyaux sertoliens, les noyaux des petites cellules épithéliales sont serrés les uns contre les autres : on en compte 40 ou 45 sur la section transversale d'un canalicule de 80 à 90 μ.

Examinés avec de forts grossissements, ces noyaux nous apparaissent entourés d'une membrane nucléaire très mince. Certains d'entre eux sont clairs; d'autres se colorent fortement par les teintures basiques. L'aire du karyoplasma est occupée par de fines granulations chromatiques et par des corpuscules plus volumineux, d'ordinaire au nombre de deux ou trois. Ces corpuscules, qui sont des nucléoles, sont situés contre la membrane nucléaire, ou dans un point variable du noyau.

Ces détails de structure nucléaire sont d'une étude plus facile chez le cobaye que dans l'espèce humaine, comme nous avons pu nous en assurer. P. Bouin a examiné avec soin, chez le cobaye, les noyaux de ces cellules folliculeuses. Il y distingue des « tractus chromatiques formés par la juxtaposition de microsomes minuscules, de fines granulations colorées par les réactifs acides, et surtout trois à six nucléoles environ », flanqués chacun de corps juxtanucléolaires. Quand se produit la transformation en noyaux sertoliens, les nucléoles des petites cellules épithéliales « se fusionnent successivement les uns avec les autres et forment ainsi deux ou trois globules plus volumineux ; le karyoplasma devient plus clair.... Puis ces globules chromatiques quittent la face interne de la membrane nucléaire, se dirigent vers le centre du noyau, se réunissent les uns aux autres, le plus souvent en une seule masse sphérique et ampullaire. Les différents corps juxtanucléolaires suivent le même processus [1] ».

B. — *Les ovules mâles.*

Les grosses cellules épithéliales atteignent un diamètre de 25 à 35 μ. Elles sont pourvues d'un noyau de 16 à 18 μ. Ce gros noyau est clair, et régulièrement sphérique. Par endroits on note deux, trois, quatre ou cinq noyaux dans un même corps cellulaire. L'appareil chromatique de tels noyaux est semblable à celui des spermatogonies, à tel point qu'il est souvent impossible de distin-

1. 1897. Bouin, Étude sur l'évolution normale et l'involution du tube séminifère, *Arch. d'anat. microsc.*, p. 241-242.

guer les ovules mâles de l'enfant de certaines spermatogonies de l'adulte, si l'on s'en tient strictement aux caractères morphologiques de ces deux ordres d'éléments. A cela, d'ailleurs, rien d'étonnant : les ovules mâles sont des spermatogonies, mais ce sont des spermatogonies abortives, incapables de se diviser et de se transformer en spermatocytes.

Certains testicules ne possèdent pas ou ne possèdent plus d'ovules mâles, d'autres n'en ont que de rares. Quand elles sont nombreuses, ces cellules nous ont semblé irrégulièrement réparties, dans les diverses régions de la glande. Telle section de tube n'en renferme point; telle autre en compte trois, quatre, et jusqu'à six ou sept. Tantôt ces ovules mâles sont à peu près régulièrement espacés les uns des autres, tantôt ils se trouvent rassemblés, dans un même segment du tractus séminal, comme dans un « nid »; ils sont, alors, situés côte à côte, ou se montrent légèrement espacés les uns des autres.

Quels que soient les rapports qu'ils affectent entre eux, les ovules mâles se comportent de deux façons, vis-à-vis des autres éléments épithéliaux. Tantôt ils s'interposent de place en place entre les petites cellules, sans modifier l'aspect général du revêtement épithélial; ils forment avec elles un mur continu dont ils interrompent l'uniformité par leur aspect tout particulier. L'épithélium testiculaire rappelle alors l'épithélium germinatif de l'embryon, au moment où les ovoblastes apparaissent, au milieu des cellules cylindriques qui recouvrent l'éminence génitale. Dans un second groupe de faits, les petites cellules qui avoisinent l'ovule mâle se rangent autour de lui, s'aplatissent et lui forment une couronne presque complète. Cette couronne fait défaut au point où l'ovule mâle prend contact avec la paroi propre du tube séminipare. Une telle disposition n'est pas sans analogie avec celle des jeunes follicules de Graaf.

Nous aurons l'occasion d'examiner ultérieurement la signification et la destinée des petites cellules épithéliales. Bornons-nous, pour l'instant, à voir rapidement comment dégénèrent les éléments épithéliaux qui constituent le revêtement des jeunes canalicules.

Les phénomènes de dégénérescence sont beaucoup moins fréquents, beaucoup moins variés sur le testicule jeune que sur la glande ectopique des sujets pubères.

Il nous suffira d'indiquer ici que les petites cellules épithéliales peuvent s'infiltrer de graisse et se desquamer dans la cavité du

tube séminipare. Elles forment avec les liquides intratubulaires des masses, que coagulent les agents fixateurs usuellement employés.

Quant aux ovules mâles, certains d'entre eux voient leur noyau proliférer, sans qu'on puisse observer concurremment une division du corps cellulaire. Balbiani [1], sur les tubes séminipares d'un chat de six mois, a constaté, autrefois, de pareils « groupes ovulaires résultant de la prolifération des ovules primordiaux », mais nous ignorons si ces ovules mâles, à noyaux multiples, se sont divisés par amitose ou par voie karyokinétique. Ces éléments, d'ailleurs, nous paraissent voués à la dégénérescence, car nous les avons fréquemment rencontrés, desquamés dans la lumière du canalicule.

Bezançon [2] a signalé, comme nous, dans les tubes séminipares de l'enfant, l'existence de « cellules basales à gros noyau » et de « cellules grandes, claires, à gros noyau ». Là se borne toute sa description; il considère toutefois que ces « grosses cellules qu'on voit le long de la face interne de la paroi » sont « des cellules de soutien ». Nous affirmons, au contraire, que ce sont des ovules mâles. Leur taille, leurs caractères morphologiques, leurs noyaux parfois multiples sont autant de raisons qui nous font adopter cette interprétation.

V. — Le tissu conjonctif.

Le tissu conjonctif nous a généralement paru plus développé dans le testicule de l'enfant que dans celui de l'adulte.

Il siège partout, à la périphérie du lobule (tissu conjonctif périlobulaire), aussi bien qu'entre les tubes séminipares (tissu conjonctif intralobulaire).

Il se présente à des stades divers de son développement. C'est ainsi que nous l'avons trouvé aux étapes suivantes : tissu conjonctif à mailles pleines, tissu conjonctif réticulé à mailles vides, tissu conjonctif adulte de type lâche, fasciculé ou fibreux.

Tantôt le tissu conjonctif d'un testicule donné est, tout entier, au même stade de développement. Tantôt certaines parties sont plus avancées que d'autres, dans leur évolution. C'est ainsi que le tissu interlobulaire peut être un tissu réticulé à mailles vides alors que la trame interlobulaire est à l'état fasciculé; ou bien c'est l'inverse qu'on observe.

Enfin dans une même travée périlobulaire nous avons pu voir

1. 1879. Balbiani, Leçons sur la génération des vertébrés.
2. 1892. Bezançon, Étude sur l'ectopie testiculaire du jeune âge et son traitement, thèse Paris.

un tissu jeune, vers la périphérie, se transformer peu à peu, en se rapprochant du corps d'Highmore, en tissu adulte, de type fibreux. Quant au tissu élastique, il est peu développé, et présente, en réduction, les dispositions que nous aurons l'occasion de signaler chez l'adulte.

Nous ne pouvons entrer dans de plus longs détails sur la disposition et sur la structure du tissu conjonctif, sous peine de tomber dans des redites. Nous nous bornons à renvoyer le lecteur aux analyses histologiques que nous avons données des diverses pièces qui constituaient notre matériel d'étude.

Au tissu conjonctif, nous rattachons les cellules interstitielles, et nous justifierons un peu plus loin ce rapprochement.

Les cellules interstitielles sont rares dans les jeunes testicules d'ectopiques. Nous les avons rencontrés deux fois seulement, et encore étaient-elles peu nombreuses. Elles ont un contour arrondi ou ovalaire, un noyau sphérique et un corps protoplasmique qui fixe vivement le picrocarmin et l'aurantia. Elles sont tantôt isolées, tantôt réunies en îlots. Les îlots sont ou des nodules arrondis, triangulaires, ou polyédriques, ou de longs cordons. Ils portent parfois à leur centre la coupe d'un vaisseau. Ils siègent entre les tubes séminipares, parfois au contact de l'albuginée, et, parfois même, dans l'épaisseur de cette membrane. Nous ne les avons jamais vus assez développés pour former couronne autour des tubes testiculaires; nous ne les avons jamais vus contenir de cristalloïdes.

A côté des éléments fixes du tissu conjonctif, il existe quelques globules blancs. Jamais, en revanche, nous n'avons noté la présence de vésicules adipeuses.

Les vaisseaux artériels et veineux nous ont généralement paru peu développés. On les trouve surtout sous l'albuginée, dans les cloisons périlobulaires et au centre des îlots de cellules interstitielles. Les capillaires forment parfois des anneaux complets autour des tubes séminipares. Vaisseaux et capillaires se sont, toujours, montrés indemnes de toute lésion.

VI. — Les voies d'excrétion.

Le segment des voies spermatiques qui s'étend du canal séminifère à l'épididyme comprend les tubes droits, le rete vasculosum testis, et les cônes efférents.

Le rete est représenté par des canaux anastomosés, dont l'ensemble simule un réseau à mailles irrégulièrement polygonales. Ce réseau est coulé dans une gangue fibro-élastique. Il est revêtu de cellules aplaties, qui limitent une étroite lumière. Cette lumière est souvent virtuelle : en pareil cas, les épithéliums du revêtement s'adossent, par leur pôle apical.

Le tube épididymaire est sujet à de nombreuses variations de calibre. Son diamètre oscille de 75 à 335 μ. La lumière du canal est généralement arrondie. Elle n'atteint parfois que 25 μ. Elle peut dépasser 150 μ.

Le tissu conjonctif, au sein duquel l'épididyme se plie et se replie, est formé de cellules fixes et de fibrilles conjonctives. Ces fibrilles sont isolées ou groupées en faisceaux. Elles revêtent parfois le type du tissu fibreux. Ce tissu de soutien est pénétré par des vaisseaux volumineux et exceptionnellement par des faisceaux musculaires, lisses ou striés.

La couche musculeuse augmente d'épaisseur à mesure qu'on se rapproche de la terminaison de l'épididyme.

La couche épithéliale est représentée par des cellules profondes et des cellules superficielles.

Les cellules profondes sont petites. Elles sont tantôt disséminées, et tantôt disposées à la file, à la manière des grains d'un chapelet.

Les cellules superficielles atteignent généralement 30 à 60 μ de hauteur. Elles sont basses et cubiques, ou hautes et cylindriques. En réalité ce sont des cellules polyédriques, qui nous apparaissent, revêtues ou non d'une garniture ciliée.

Quand ils existent, les cils sont disposés parallèlement ou réunis en touffe. Ils portent, tous, à leur base [1], un corpuscule colorable par le violet de gentiane.

Le corps cellulaire est toujours volumineux; son pôle apical se colore parfois plus énergiquement que le reste du corps cellulaire. Quant au noyau, il est de siège variable, de forme ronde ou ovoïde.

Entre les cellules superficielles dont il vient d'être question, s'interposent, çà et là, de petites cellules, dont le corps protoplasmique est singulièrement réduit. Leur noyau est allongé perpendiculairement à la membrane propre; il revêt la forme d'un bâtonnet ou d'un croissant très ouvert; il atteint presque en longueur la taille

1. C'est-à-dire à leur point d'implantation dans le corps cellulaire.

des cellules interposées. Ce noyau grêle, et très vivement coloré, présente des angles rentrants et saillants qui lui permettent de se mouler exactement sur les éléments voisins.

Nous avons autrefois signalé qu'on trouvait parfois dans la lumière de l'épididyme « un coagulum albuminoïde, coloré en bleu par la thionine. Ce coagulum est semé, de loin en loin, de boules de taille très variable (8 à 100 μ) de forme ronde ou régulièrement ovoïde, qui, traitées par la thionine prennent un ton jaune-vert, parfois teinté de bleu. La périphérie de ces formations est toujours foncée; la couleur se dégrade progressivement en approchant du centre de la boule qui est toujours pâle ». Ces boules, dont la signification nous avait échappé en 1898, nous en avons repris l'étude, et nous les considérons aujourd'hui comme des corps hyalins.

A côté de ces corps, nous avons observé des grains de sécrétion chez un sujet de douze ans. Ces grains, teints en rose par la triple coloration de Flemming étaient répartis inégalement dans les divers segments du canal épididymaire. Ils se montraient tantôt dans le protoplasma des cellules épididymaires, tantôt dans la lumière du canal. Leur présence prouve assez que les voies d'excrétion sont capables d'une fonction glandulaire, sur laquelle nous reviendrons, en temps et lieu.

II

Le testicule ectopique à la puberté et chez les adultes.

I. — Topographie générale.

Chez l'adulte, le testicule n'est plus nettement segmenté en lobules comme chez l'enfant. Ses canalicules ont augmenté de volume. Leur diamètre moyen atteint 170 μ. Les chiffres extrêmes que nous avons constatés sont 130 et 250 μ; encore faut-il dire que ces mensurations se rapportent à des tubes dont la paroi propre n'est pas épaissie et dont le revêtement est constitué par des cellules en pleine vitalité.

De cet accroissement de diamètre, il résulte que les canalicules sont le plus souvent au contact les uns des autres, paroi contre

paroi : aussi les travées conjonctives intralobulaires sont-elles grêles quand elles existent. Une seule fois nous avons vu [1], sur un testicule adulte, le tissu conjonctif largement représenté (obs. XXXI). Dans ce cas-là, certains champs microscopiques, examinés avec l'oculaire 1 et l'objectif 4 de Vérick, montraient seulement une ou deux sections de canalicules.

Ajoutons que les tubes testiculaires sont creux. Mais leur lumière est souvent occupée par des éléments dont il sera question ultérieurement.

II. — Paroi propre.

a) Deux, trois ou quatre lamelles de substance conjonctive disposées concentriquement représentent dans sa forme la plus simple la paroi propre de l'adulte. Ces lamelles sont généralement d'égale épaisseur. Elles sont parfois séparées les unes des autres par un espace étroit et vide, mais c'est tout à fait exceptionnellement qu'on voit des ponts conjonctifs, tendus obliquement entre les faces proximales de deux lamelles consécutives.

La lamelle interne supporte le revêtement épithélial; la lamelle externe se comporte de diverses façons. Tantôt elle n'a que des rapports de contiguïté avec le tissu interstitiel. Rien de plus net que cette séparation du tissu lamelleux et du tissu conjonctif lâche. La distinction s'accuse encore après l'emploi de la méthode de Weigert. Le tissu conjonctif reste incolore. La paroi propre, au contraire, retient le violet, tout comme les fibres élastiques mais beaucoup moins énergiquement que ces dernières.

Dans quelques cas, la lamelle externe se dissocie. Elle se divise, par exemple, en trois feuillets. L'un de ces feuillets double les lames internes du tube séminipare dont il provient. Un second feuillet se confond avec la lame externe d'un canalicule voisin. Un troisième se continue insensiblement avec le tissu conjonctif intertubulaire.

Telle est dans sa forme la plus simple, dans sa forme normale pourrait-on dire, la structure de la paroi propre. Cette structure est identique à celle qu'on observe à l'état normal.

Toutefois nous ne souscrivons point à toutes les conclusions de Serafino et Toscani. Parce que la paroi propre se colore en violet après le Weigert,

1. Nous ne tenons pas compte, ici, de notre observation XLVIII, faute d'avoir pu examiner l'organe dans sa totalité.

nous ne pensons pas qu'elle consiste principalement en fibrilles élastiques. Avec les plus forts objectifs dont nous disposions nous n'avons pu voir qu'exceptionnellement des fibrilles. De plus le Weigert colore en violet noir les formations élastiques de l'albuginée et des vaisseaux; le même réactif ne teint qu'en lilas la paroi propre de certains canalicules. D'autre part, nous n'avons jamais constaté, dans l'épaisseur de la membrane, ce riche réseau vasculaire dont parlent les deux auteurs italiens. Quant à la couche hyaline que Serafino et Toscani considèrent comme douteuse [1], elle n'existe point à l'état normal. Elle apparaît, à titre de lésion, quand la paroi propre subit la dégénérescence vitrée.

A l'inverse de Plato [2] et de Bardeleben [3] nous n'avons jamais observé, dans la paroi propre, ces solutions de continuité, dont l'orifice interne répond au pied d'une cellule de soutien. Cette affirmation, nous la maintenons aujourd'hui, comme en 1898, et Regaud [4] la confirme chez le rat.

b) Sur certains tubes la paroi propre se répartit en deux zones concentriques.

La zone externe est lamelleuse et semée de noyaux aplatis. La safranine la colore en rose, l'hématoxyline au fer en noir. La zone interne est transparente, homogène et brillante. On peut la qualifier de couche hyaline. Elle se teint en vert par la méthode de Benda (safranine et vert lumière), en rouge quant on fait agir l'éosine après l'hématoxyline au fer.

La transformation vitrée résulte de la dégénérescence hyaline de la substance conjonctive de la lamelle. Elle débute par la lamelle la plus interne de la paroi propre; elle se propage de dedans en dehors, envahissant successivement des lamelles de plus en plus extérieures. Les lamelles, ainsi modifiées, se fusionnent les unes avec les autres. Pendant un certain temps, on distingue encore des noyaux dans l'épaisseur de la zone vitrée de la paroi propre. Ces noyaux, qui sont ceux de l'endothélium interlamellaire, disparaissent à leur tour. Aussi peut-on dire que la zone vitrée et la

1. 1900. Varaglia Serafino et Toscani, Sur la structure de la paroi propre des canaux séminifères de l'homme, *Giorn. della R. acad. di medicina di Torino*, p. 55-I.

1900. Varaglia Serafino, Sur la structure de la paroi propre des tubes droits du testicule humain, *Giorn. della R. acad. di medicina di Torino*, p. 158.

2. 1896. Plato, Die interstitiellen Zellen des Hodens und ihre physiologische Bedeutungen, *Arch. f. mikr. anat.*, XLVIII, p. 280. (Voir en particulier les figures 4a, 5a, 5b, 5c, et 7 de la planche XII.)

3. 1897. K. von Bardeleben, Die Zwischenzellen des Saugethierhodens, *Anat. anzeig.*, n[os] 19 et 20, et Beiträge zur Hist. des Hodens, *Arch. f. Anat. u. phys. Anat. Abth.*, p. 193.

4. 1901. Regaud, Étude sur la structure des tubes séminifères et sur la spermatogénèse chez les mammifères, *Arch. d'anat. microsc.*, IV.

zone lamelleuse subissent une évolution inverse. Celle-ci diminue à mesure que celle-là s'accroît, mais une pareille formule, vraie le plus souvent, est parfois inexacte, car la paroi peut s'épaissir, sans subir la dégénérescence hyaline.

La zone vitrée s'accroît donc au point de quintupler, de décupler même son volume primitif. Elle se plisse, et ses festons font saillie dans la lumière du canalicule. Aussi la lumière change-t-elle de forme et de calibre. Elle s'aplatit en se rétrécissant. Elle finit par devenir virtuelle : un îlot hyalin occupe sa place. Nous verrons ultérieurement quelles modifications se produisent parallèlement dans le revêtement et dans le contenu du canalicule séminipare, mais retenons, d'ores et déjà, la disparition d'un certain nombre de tubes séminifères, au cours de l'évolution du testicule ectopique.

Nous rappelons, ici, qu'avant nous Bezançon [1], a noté la présence d'une couche hyaline dans certains testicules ectopiques. Faute d'avoir examiné des pièces où cette couche était de formation récente, il y a nié la présence de noyaux : nous savons que les noyaux résistent à la dégénérescence plus longtemps que la substance conjonctive, mais qu'ils finissent cependant par disparaître.

Il est intéressant de noter, en passant, que dans les « atrophies testiculaires consécutives à la sténose expérimentale du canal déférent [2] » on n'observe jamais d'épaississement de la membrane propre. Cet épaississement se produit au contraire, à titre de réaction locale, dans toute irritation toxique de longue durée, ou bien encore au cours de l'involution sénile du testicule [3].

c) Enfin dans un territoire testiculaire (obs. XXXVIII), nous avons constaté un groupe de canalicules aplatis, dont la membrane propre était d'un type tout particulier.

Sur ces canalicules, la paroi n'est pas seulement très épaissie, elle est encore inégalement épaissie. Aussi voit-on, sur la coupe transversale de la membrane, des segments relativement étroits faire suite à des segments d'un diamètre quatre ou cinq fois plus considérable. De telles modifications sont aisément reconnaissables avec de faibles objectifs; elles vont de pair avec des altérations profondes portant et sur les cellules fixes et sur les lamelles concentriques.

1. 1892. Bezançon, Étude sur l'ectopie testiculaire du jeune âge et son traitement, p. 24.
2. 1898. Bouin. Étude sur l'évolution normale et sur l'involution du tube séminifère, *Arch. d'anat. microsc.*, I, p. 252.
3. 1893. Griffiths. The structural change observed in the testicles of aged persons, *Journ. of Anat-a-Phys. normal a. path.*, XXVII.

La paroi propre est constituée non plus par des lamelles de substance fondamentale, mais seulement par des fibrilles conjonctives. Ces fibrilles ne restent plus rigoureusement parallèles entre elles : elles ne sont plus disposées concentriquement, à la surface externe du canalicule. Elles se réunissent par paquets. Ici écartées les unes des autres, là tassées au contraire, elles présentent des inflexions capricieuses. Elles s'interrompent par endroits et reviennent ailleurs sur leur trajet en décrivant une courbe contournée en S. Elles donnent à la paroi propre un aspect moiré.

De plus, les cellules conjonctives ont perdu leur aspect lamelleux. Leur corps cellulaire est maintenant visible sur les sections transversales, il s'est épaissi et s'étale entre les fibres conjonctives qu'il écarte. Loin d'être aplati, et de se montrer sur les sections en travers comme un bâtonnet, le noyau s'est développé : il est sphérique ou ovoïde [1].

En quelques points, les cellules endothéliales, ainsi transformées, ont achevé leur évolution. Elles ont grandi et sont devenues polyédriques. Leur protoplasma est souvent alvéolaire, et dans ses vacuoles se sont élaborées des gouttelettes de graisse. Leur noyau est rond et souvent de siège excentrique. Outre un nucléole, on y trouve des grains de chromatine. Une telle structure caractérise les cellules interstitielles. Nous concluons donc que les cellules endothéliales de la paroi propre ont évolué sur place, dans l'épaisseur même de la paroi, en cellules interstitielles.

Or les recherches d'histologie expérimentale ont fait connaître l'équivalence de la cellule conjonctive et de la cellule endothéliale.

Vient-on, comme l'a fait Ranvier, à injecter du nitrate d'argent dans le péritoine d'un rat, on détermine une inflammation expérimentale de la séreuse, qu'accompagne la destruction d'un certain nombre de cellules endothéliales.

Les cellules endothéliales qui résistent à l'inflammation passent par deux stades successifs.

Dans le premier, la cellule modifie et sa structure, et son volume, et sa forme. Elle perd sa cuticule; elle devient énorme et globuleuse; elle s'anastomose en réseau avec les cellules qui l'avoisinent de toutes parts.

A ce stade d'inflammation, succède un stade de restauration. La cellule se multiplie par karyokinèse, et parfois avec une activité telle que

1. Ces modifications du noyau nous ont semblé précéder en date les modifications du corps cellulaire.

les cellules de nouvelle formation sont trop nombreuses pour la surface qu'elles sont appelées à recouvrir. Un certain nombre d'entre elles se détruit donc, et tombe dans la cavité péritonéale.

Dès lors, l'épiploon est garni d'un revêtement continu de cellules polymorphes, soudées entre elles. Ces cellules n'ont plus qu'à régulariser leur forme, à diminuer d'épaisseur, à élaborer une plaque cuticulaire pour reconstituer un endothélium continu, de tous points analogue au revêtement normal de la séreuse.

Ce qu'il importe de retenir de tous ces faits, c'est que le pavé endothélial peut se transformer en cellule conjonctive typique; le phénomène inverse peut également s'observer. C'est plus qu'il n'en faut pour établir l'équivalence parfaite de la cellule endothéliale et de la cellule conjonctive. Ces deux éléments sont des éléments de même origine : ils peuvent se transformer l'un dans l'autre.

La cellule interstitielle représente donc en dernière analyse *une simple modalité de la cellule conjonctive.* Cette opinion, nombre d'auteurs l'ont déjà soutenue (Leydig, Ebner, Kölliker, Waldeyer, Tourneux, Hansemann, Plato, Friedmann) et nous la soutenons avec d'autres faits et d'autres arguments.

On ne saurait en effet invoquer l'origine leucocytaire des cellules interstitielles puisqu'on n'a jamais vu les globules blancs immigrer dans la membrane propre.

On ne saurait davantage se rattacher à l'hypothèse de Karl von Bardeleben qui croit que la cellule interstitielle peut passer dans la cavité du canalicule séminipare. Nous suivons ici la transformation de la cellule conjonctive en cellule interstitielle, et nous constatons que cette évolution se fait, tout entière, dans l'épaisseur de la paroi propre.

Tout au plus pourrait-on nous dire que nos cellules interstitielles sont situées à la surface du tube séminipare et que les faisceaux conjonctifs qui les appliquent contre la paroi propre donnent l'aspect de cellules incluses dans la paroi. Mais l'examen des coupes en série permet de faire justice d'une pareille objection [1].

III. — Les cellules de Sertoli.

Dans la majeure partie de nos observations, nous avons vu la cellule de Sertoli constituer, à elle seule, le revêtement épithélial

1. Nous venons de constater également la transformation des cellules endothéliales en cellules interstitielles, dans l'épaisseur de la membrane propre, chez l'axolotl.

du testicule ectopique. Mais si le noyau de la cellule de Sertoli se présente avec des caractères assez uniformes, il n'en va plus de même du protoplasma. Celui-ci affecte diverses modalités, que relient des formes de transition, et c'est pour n'avoir pas eu connaissance de ces divers aspects que les auteurs acceptent et rejettent tour à tour les expressions de plasmode sertolien, de cellules sertoliennes.

a) *Cellules de Sertoli à protoplasma commun.* — Dans une pre-

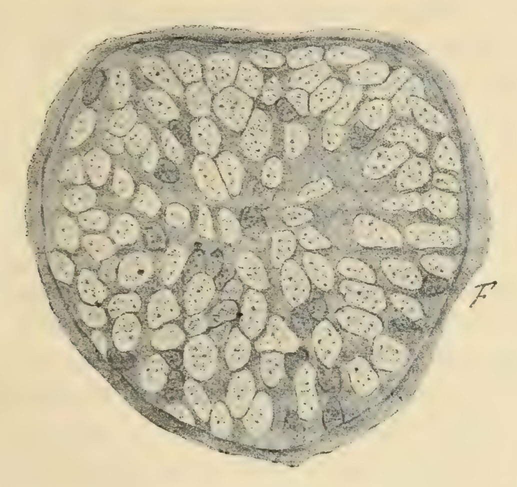


Fig. A. — Un canalicule séminipare. Ce canalicule est plein. Les noyaux sertoliens sont plongés dans une masse protoplasmique indivise, d'aspect opaque.

mière forme, la plus fréquente de toutes, les noyaux sertoliens, dont il sera question plus tard, nous apparaissent plongés dans une masse homogène. Cette masse pleine est opaque et vivement colorée ; plus souvent encore, elle est creusée de vacuoles dont la taille et la forme n'ont rien de fixe. Les vacuoles sont-elles de taille moyenne? le protoplasma prend l'aspect d'une éponge; les vacuoles sont-elles volumineuses? ce protoplasma est réduit à l'état de filaments. Ces filaments sont grêles et de taille irrégulière. Ils s'anastomosent en tous sens, et quand le tube séminipare n'a point de lumière centrale, ils sont tendus à la façon de cordages, d'une paroi à la paroi opposée; ils simulent un grillage dont les mailles inégales, sont de forme variée. Quand la cavité centrale du canalicule est étroite, elle semble n'être qu'une vacuole agrandie du protoplasma commun.

Ce protoplasma, fortement coloré par l'hématoxyline au fer, laisse voir, avec les objectifs puissants, une structure fibrillaire plus ou moins vague. Les fibrilles sont disposées perpendiculairement à la membrane propre; par rapport à la coupe transversale du canalicule, elles affectent une disposition radiaire.

Enfin, la région du protoplasma située en bordure, autour de la lumière centrale, est irrégulièrement infiltrée de petits corpuscules, sur lesquels nous reviendrons un peu plus loin.

b) Dans un second groupe de faits, la paroi du canalicule est revêtue d'éléments que nous avons maintes fois caractérisés, dans notre premier mémoire. Il s'agit de formation columnaires ou coniques implantées perpendiculairement ou obliquement sur la paroi propre. Chacune de ces formations représente une cellule sertolienne; mais au lieu de se disposer à côté les unes des autres, à la façon d'une palissade, les cellules de Sertoli de ce second type sont plus ou moins espacées les unes des autres. Elles affectent les formes les plus irrégulières. Il est de règle, enfin, de les voir s'unir par des expansions filamenteuses ou lamellaires. De telles anastomoses sont surtout fréquentes au pourtour de la lumière du canalicule. La figure VI de notre mémoire de 1898, donne une bonne idée de ce type structural qui forme, en quelque sorte, la transition entre les cellules de Sertoli à protoplasma commun et les cellules de Sertoli à type franchement épithélial. Sur les figures II et IX, les cellules sertoliennes sont incomplètement individualisées. Elles ont une structure vaguement filamenteuse; leur protoplasma est bien distinct des coagula granuleux qui occupent la lumière du canalicule.

c) Cellules sertoliennes à protoplasma nettement individualisé. — Enfin, sur quelques tubes séminipares, les cellules sertoliennes prennent une forme[1] que nous n'avions pas encore eu l'occasion de rencontrer. Cette forme présente quelque intérêt, en raison même des discussions dont sont l'objet les cellules de Sertoli.

1. Nous avons signalé, à diverses reprises, une disposition du protoplasma qui pourrait en imposer, au premier abord, pour des cellules nettement individualisées. Le protoplasma, réduit à l'état de filaments grêles, circonscrit des aréoles. Ces filaments, en s'anastomosant entre eux, délimitent un réseau très irrégulièrement polygonal qu'on pourrait prendre pour des membranes cellulaires, et cela d'autant plus que les mailles ont parfois en leur centre des noyaux sertoliens, enveloppés d'une mince écorce protoplasmique.

Ces éléments revêtent l'aspect d'un épithélium polyédrique simple Les cellules de Sertoli, sont au contact. Elles sont aussi nettement séparées les unes des autres que les cellules d'une glande de Lieberkhün, mais elles ne sont pas toutes exactement de même hauteur. Aussi la ligue que forment leurs extrémités apicales est-elle très légèrement festonnée. Chacun de ces éléments est pourvu d'un noyau ovalaire, de 12 à 16 μ, qui occupe sa base ou sa région moyenne.

Enfin, au-dessus du noyau, dans le corps cellulaire, on remarque fréquemment des corpuscules qui se rapportent à deux types. Ces corpuscules sont isolés ou réunis dans une même cellule. Ils sont d'une observation aisée sur les pièces fixées à la liqueur picro-formo-mercurique et colorées à l'hématéine (Voir figures VI et VII).

Les uns sont très petits. Leur taille ne dépasse guère 1 μ. Ce sont des grains, généralement disposés deux à deux, au centre d'une aréole claire. Ces grains, de taille égale ou inégale, sont accolés; d'autres fois ils sont écartés l'un de l'autre. Ces grains couplés sont situés au-dessus du noyau, le plus souvent très près de lui, parfois au voisinage du pôle apical de la cellule sertolienne; leur direction n'a rien de fixe : ils sont néanmoins juxtaposés le plus souvent. Sur les pièces teintes à l'hématéine et à l'éosine, ils prennent une coloration violacée, un peu plus foncée que celle du protoplasma, un peu plus claire que celle du noyau.

On observe encore dans les cellules sertoliennes un ou deux corpuscules qui diffèrent, notablement, des grains couplés dont il vient d'être question. Ils sont relativement volumineux; leur forme est irrégulière, bien que souvent arrondie; la substance qui les contitue fixe les colorants moins énergiquement que les grains couplés; ces corpuscules occupent d'ordinaire le pôle apical de la cellule et sont, bien moins souvent que les grains couplés, entourés d'une aréole claire.

Nous n'avons aucune tendance à homologuer les grains couplés aux centrosomes que Bardeleben [1] et Schœnfeld [2] ont déjà décrit dans les cellules de Sertoli. Leur volume trop considérable, leur

1. 1892. Bardeleben. *Anat. Anz.*
2. 1901. Schœnfeld. *Arch. de biol.*, t. XVIII.

nombre variable sont quelques-unes des raisons qui nous font rejeter un pareil rapprochement [1].

Quant aux corpuscules volumineux dont il vient d'être question leur signification nous échappe. Nous nous demandons s'ils ne représentent pas simplement, comme les fins corpuscules couplés, des gouttelettes graisseuses ou du protoplasma en voie de transformation adipeuse, mais cette hypothèse, nous ne voulons l'avancer que sous toutes réserves.

Quelque forme que révèle le protoplasma, on voit les noyaux sertoliens se présenter avec des caractères uniformes, toujours identiques à eux-mêmes.

Ces noyaux sont assez rares. Sur des sections de tubes de 160 à 165 μ, nous en avons compté 17, parfois 8 ou 10, et dans certains cas seulement 6 ou 8. En examinant comparativement, sur un même testicule, des tubes impubères et des canalicules adultes, nous avons trouvé, à surface égale, les noyaux sertoliens quatre fois moins nombreux que les noyaux des petites cellules épithéliales. C'est dire aussi que ces noyaux sont relativement espacés les uns des autres.

Les noyaux sertoliens sont alignés sur une seule file ; parfois ils semblent disposés sur plusieurs rangées ; mais un pareil aspect est dû à ce que des noyaux, plus nombreux que de coutume, sont situés à des distances inégales de la paroi propre.

D'une taille moyenne de 12 à 16 μ, les noyaux sertoliens ont un contour net, régulièrement sphérique. Mais parfois le noyau s'allonge ; son grand diamètre devient perpendiculaire à la membrane propre. Toutefois, sur certains tubes où les cellules de revêtement sont très rares, on voit les éléments épithéliaux s'incliner : en pareil cas, le grand axe du noyau, comme celui de la cellule, tend à devenir parallèle à la paroi du canalicule.

En colorant avec ménagement les noyaux sertoliens, on constate que ces noyaux jouissent de la polychromaticité. Traités par l'hématéine et l'éosine, on voit certains noyaux fixer l'éosine ; d'autres se teignent en violet, et on constate, sur eux, toutes les gammes de coloration, du lilas pâle au violet noir. Noyaux rouges et noyaux violets s'observent sur la section d'un même canalicule, entremêlés sans ordre apparent.

1. Nous avons trouvé parfois un seul, et parfois trois de ces grains dans une même cellule sertolienne.

Tels sont les faits qu'il est aisé de recueillir en parcourant, avec de faibles grossissements, les canalicules d'un testicule en ectopie. L'emploi des objectifs à immersion doit compléter les notions précédemment exposées.

Qu'il nous suffise de rappeler que les noyaux de Sertoli sont pour la plupart remarquablement clairs. Ils sont entourés d'une membrane relativement épaisse, qui, sur les préparations colorées à la safranine et au kernschwarz, semble tracée à l'encre de Chine. En un point de son trajet, la surface interne de la membrane nucléaire émet parfois un prolongement qui cloisonne, plus ou moins complètement, le karyoplasme. Cette « cloison de refend » est droite ou courbe; nous l'avons vue décrire une demi-circonférence. Elle demeure simple ou parfois se fissure en Y pour donner naissance à deux cloisons. Nons ajouterons que dans un même noyau, il existe un nombre variable de cloisons; mais l'appareil chromatique du noyau reste toujours à distance de pareilles formations.

Outre les encoches qui dépriment la membrane nucléaire au point d'attache des cloisons de refend, on constate parfois encore, sur le noyau, la présence de fissures. Tantôt larges et courtes, tantôt étroites et profondes, ces fissures parcourent le noyau suivant son grand axe; elles s'étendent de son pôle superficiel à son pôle profond, ou se propagent en sens inverse.

Les incisures sont parfois multiples. Elles donnent au noyau un aspect chiffonné qui avait frappé K. von Bardeleben [1] dès 1892 (noyaux canaliculés de l'auteur). Nous avons surtout observé de pareils noyaux dans les éléments sertoliens détachés de la paroi propre.

Au cœur du karyoplasma, se trouve constamment un nucléole. Ce nucléole est sphérique, assez volumineux, généralement unique. Il se colore en rouge vif sur les pièces fixées au Flemming et teintes à la safranine. Il est flanqué de petits corpuscules, que le même réactif colore seulement en rose. Les corpuscules juxtanucléolaires sont au nombre de deux : tantôt ils sont accolés aux deux extrémités du nucléole, tantôt ils sont distants de ce nucléole; quelquefois ils marquent les deux angles d'un triangle dont le nucléole détermine le sommet. Souvent il n'existe qu'un corps juxta-

1. 1892. K. v. Bardeleben, *loc. cit.*

nucléolaire et ce corps s'adosse au nucléole, en se déprimant au niveau de la surface de contact. Nous avons, toutefois, observé la disposition inverse. C'est quand il n'existe qu'un corps juxta-nucléolaire, ou quand ce corps fait complètement défaut, qu'on voit le karyoplasma empli de grains fins qui présentent les mêmes réactions que le nucléole, vis-à-vis de la safranine. Dans quelques cas enfin, la chromatine est éparse, à l'état pulvérulent, dans toute l'étendue du karyoplasma.

Tous les noyaux sertoliens n'ont pas cet aspect clair sur lequel nous avons maintes fois insisté. De tels noyaux sont rabougris ou de taille normale; ils sont de forme irrégulière ou allongés en bâtonnet; ils retiennent avec énergie, mais sans élection, la safranine employée suivant le mode régressif; on distingue exceptionnellement dans leur substance un nucléole, et un réseau achromatique vaguement dessiné. Bien souvent le protoplasma où sont plongés de pareils noyaux se colore avec une intensité considérable.

Pour en finir avec le revêtement du tube séminal, nous signalerons la présence de cristalloïdes, de taille à peu près uniforme. Longs de 12 à 14 μ, d'une largeur qui n'excède guère 0 μ 5, ces cristalloïdes sont minces et parfois recourbés en faux. Ils fixent énergiquement la safranine et, en les regardant avec soin, on constate qu'une arête claire les parcourt, sur toute leur étendue. Ces cristalloïdes ne s'observent qu'au voisinage de la membrane propre; ils sont tantôt perpendiculaires, tantôt obliques, tantôt parallèles à cette membrane. Ils n'ont aucun rapport fixe avec les cellules de Sertoli. Ces cristalloïdes se rapportent, entièrement, aux cristalloïdes que Lubarsch a décrits dans les spermatogonies (voir figure LXI).

HISTOIRE ET CRITIQUE.

A. — *Le protoplasma Sertolien.*

Nous n'avons pas pour but de résumer ici tout ce qu'on a écrit sur la cellule de Sertoli. Nous nous contenterons d'examiner quelques faits et quelques opinions ayant un intérêt, plus ou moins immédiat, dans la question qui nous occupe.

C'est en 1865 que Sertoli décrit dans le testicule normal les cellules qui portent son nom. Ces cellules sont anastomosées; en 1871 Ebner émet la même opinion et Merkel, en 1871 et en 1874, constate que, chez

l'homme, les cellules de Sertoli échangent entre elles des prolongements anastomotiques lamelleux. Peter admet (1898), que le syncytium se forme, après la naissance, par la fusion de cellules préexistantes. En 1899 Regaud se range à la notion de syncytium [1].

Dans le tube séminifère normal, Sertoli (1877), Neumann (1877), Ebner (1888), Benda [2] (1898) et Schœnfeld [3] (1901) affirment que les cellules de Sertoli sont nettement séparées les unes des autres. Des limites cellulaires s'observent encore aux dires d'Ebner (souris, rat) et de Merkel (homme, 1871), dans les canalicules où la formation des spermatozoïdes est arrêtée ou ralentie. Generali et Sertoli (1876) (cités par Regaud) décrivent les cellules de Sertoli comme de hautes cellules, régulièrement cylindriques.

Résumons-nous : les cellules de Sertoli ont une existence certaine, mais on discute encore sur leur disposition. Sont-elles formées de cellules à protoplasma commun? sont-elles constituées par des cellules nettement individualisées? les deux opinions ont trouvé des défenseurs également convaincus.

Nos recherches nous ont permis de prendre parti dans la question, car dans les conditions où nous sommes placés, l'examen des cellules de Sertoli est particulièrement démonstratif. A elles seules, en effet, les cellules de Sertoli constituent souvent tout le revêtement du canalicule. Nous avons donc conclu au polymorphisme des cellules de Sertoli, et montré que ces cellules se présentent sous trois aspects. Ce sont ou des cellules à protoplasma commun, ou des cellules nettement séparées les unes des autres; dans ce dernier cas, les cellules de Sertoli sont tantôt accolées à la façon d'un épithélium de revêtement, tantôt espacées les unes des autres. C'est ce dernier aspect qu'a seul vu Griffiths, dans son mémoire sur l'ectopie testiculaire. Voilà pourquoi nous continuerons à employer le terme générique de cellules de Sertoli, et nous englobe-rons dans cette dénomination deux types cellulaires qui nous paraissent avoir une existence bien légitime : les cellules de Sertoli à protoplasma commun ou à type multinucléaire et les cellules de Sertoli proprement dites, nettement circonscrites, à type mononucléaire.

C'est seulement dans les cellules de Sertoli du premier type qu'on

1. Dans ce mémoire, nous avons laissé de côté, de parti pris, les expressions de plasmode, de syncytium, parce que ces expressions s'appliquent à des cellules qui, primitivement individualisées, se fusionnent secondairement.

2. Benda dit que les cellules de Sertoli semblent former une masse syncytiale, mais il se prononce nettement contre la notion de syncytium, car il a vu les cellules de Sertoli distinctes les unes des autres, toutes les fois que la spermatogénèse se ralentit. (1897-1898. Ueber die vegetativen Geschlechtszellen, *Verhr. phys. Ges.*, p. 385.)

3. Schœnfeld prétend, qu'au moins à la partie basale « il y a une délimitation nette entre les cellules de Sertoli. Elle est fine et délicate, mais elle existe ». Et cette constatation, Schœnfeld l'appuie encore sur un argument. « Je ne sache pas que dans une masse syncytiale, on ait décrit, auprès de chaque noyau, une sphère attractive. » Mais on connaît, depuis longtemps déjà, des cellules multinucléées, pourvues de multiples centrosomes (voir son mémoire, *Arch. biol.*, 1901).

rencontre des vacuoles. Ces vacuoles, nous les avions signalées il y a quatre ans. Sans prendre parti sur la nature de la substance où sont plongés les noyaux sertoliens, aussi nettement que nous croyons le devoir faire aujourd'hui, nous écrivions : Les noyaux sertoliens « sont situés dans une substance granuleuse qui se rassemble parfois autour de chaque noyau et prend l'aspect d'un corps cellulaire; on croirait se trouver en présence d'un épithélium cylindrique implanté perpendiculairement ou obliquement sur la membrane propre. Plus souvent cette substance forme une masse uniforme, semée de noyaux, comme un plasmode. Elle peut sembler percée, çà et là, de mailles irrégulières de taille et de volume; parfois les mailles s'agrandissent et semblent circonscrites par des travées, minces » comme des fils. Cette constatation, qui date de 1898, a sans doute échappé à Regaut car il écrit en 1901 : « Je n'ai trouvé aucune donnée dans la littérature relative à la structure spongieuse du protoplasma syncytial ». Cette structure, Neumann la représente en 1875, et Sertoli (1875), puis Afanassiew (1878), l'ont vue probablement : ils décrivent les cellules de Sertoli comme des cellules étoilées et anastomosées; il existe forcément des mailles ou vacuoles autour des travées constituées par les prolongements anastomotiques.

B. — *Les noyaux de Sertoli.*

Nous ne nous étendrons pas longuement sur les noyaux de Sertoli. Leur aspect général, leur appareil nucléolaire et juxtanucléolaire, sont dans le testicule ectopique, ce qu'ils sont dans le testicule normal. Les faits que nous avons vus confirment, purement et simplement, les données acquises : il n'y a pas lieu de s'y arrêter.

On sait aujourd'hui que les cellules de Sertoli se reproduisent par amitose, Bardeleben [1] et Bouin [2] ont établi le fait, le premier chez l'homme, le second chez le cobaye. Quelques mois avant nous (1898), dans un testicule ectopique, Mathieu [3] a signalé des amitoses, et, comme nous, il les a trouvées assez peu nombreuses. — Depuis cette époque, divers auteurs ont constaté les amitoses des noyaux de Sertoli, sans ajouter de fait important à la description minutieuse qu'avait donnée Bouin et que cet auteur [4] a complétée depuis (1899). Nous signalerons toutefois deux notes de Regaud [5]. Dans l'une de ces notes, l'auteur soutient que les noyaux fils issus de l'amitose « évo-

1. 1892. *Anat. Anzeiger*, et 1897, *Arch. f. anat. u. phys.*
2. 1897. Bouin, Étude sur l'évolution normale et l'involution du tube séminipare, *Arch. d'anat. microsc.*, I, p. 225.
3. 1898. Mathieu, De la cellule interstitielle du testicule, Thèse Nancy, p. 58.
4. 1899. Bouin, A propos du noyau de la cellule de Sertoli, *Bibliographie anat.*, p. 242.
5. 1900. Regaud, Sur la morphologie de la cellule de Sertoli, *Compt. Rend. assoc. des Anat.*, p. 21. — 1900. Regaud, Contribut. à l'étude de la cellule de Sertoli, *Bibliogr. anat.*, p. 39.

luent soit vers le type originel en restant des noyaux de Sertoli, soit vers un type nouveau pour devenir noyaux de spermatogonies »; mais depuis Regaut est revenu sur cette affirmation et la reconnaît inexacte. A l'inverse de Regaut quelques auteurs pensent que certaines spermatogonies se transforment en cellules de Sertoli (Lukjanow, Benda).

C. — *Cristalloïdes des cellules de Sertoli.*

Les cristalloïdes que Lubarsch [1] a découverts dans les spermatogonies et que Plato [2] a retrouvés chez l'homme sont identiques, d'aspect, à ceux que nous avons observés dans les cellules de Sertoli. « Ils sont aciculaires, légèrement renflés au milieu, généralement rectilignes, quelquefois recourbés, rarement sinueux, isolés ou réunis en faisceaux, longs de 10 à 30 μ et quelquefois davantage, larges de 1/2 à 2 ou 3 μ, solubles dans l'eau chaude, l'acide acétique à 50/100, colorables par l'Heidenhain et les couleurs d'aniline ». Les cristaux de Lubarsch, comme nous le verrons, peuvent coexister avec les cristalloïdes de Reinke.

Mathieu [3] a eu l'occasion d'examiner 6 testicules en cryptorchydie. Trois de ces testicules appartenaient à des chevaux et à un âne; les autres provenaient de porcs; ces 3 derniers seuls renfermaient les cristalloïdes de Lubarsch, et encore ces cristalloïdes faisaient défaut dans les tubes séminipares où les cellules de revêtement étaient rares. « A notre avis, dit Mathieu...., ces cristalloïdes représentent, dans la liqueur séminale, la substance élaborée par les cellules interstitielles qui n'a pas été utilisée, alors qu'elle aurait dû l'être, dans la production des zoospermes. » Nous discuterons la conception de Mathieu en traitant des cellules interstitielles.

IV. — Les altérations de la cellule de Sertoli.

Les altérations diverses que présente la paroi propre du canalicule séminipare ne sont pas sans retentir sur les cellules de Sertoli. Ces cellules dégénèrent selon des modes histologiques qui, pour être multiples, n'en aboutissent pas moins à la mort de l'élément.

Toutes ces dégénérescences ont d'ailleurs un caractère commun. Tantôt elles se bornent à frapper une cellule isolée, tantôt, au contraire, elles intéressent tout un groupe de cellules, voisines les unes des autres.

1. 1896. Lubarsch, Ueber das Verhalten Kristalloidischer Bildungen in dem menschlichen Hoden, *Virchow's Arch.*, CXLV.
2. *Loc. cit.*
3. 1898. Mathieu, *loc. cit.*

1° *Desquamation.* — Signalons tout d'abord la desquamation pure et simple d'éléments d'apparence normale. De la desquamation résultent ces bouchons cellulaires qui parfois encombrent la lumière de nombre de canalicules sur une étendue parfois considérable. A la longue, les cellules desquamées se liquéfient. Un magma granuleux les représente, où sont épars des noyaux irréguliers, vivement colorés.

2° *Chromatolyse.* — La dégénérescence chromatolytique s'observe sur des cellules encore implantées sur la paroi propre ou sur des éléments déjà tombés dans la cavité d'un canalicule. Elle revêt divers aspects. Tantôt le noyau rapetissé est réduit à un bloc chromatique coloré en masse et sans la moindre élection. Le corps cellulaire fixe avec une énergie plus grande que de coutume les colorants diffus, tel que l'éosine et le vert lumière.

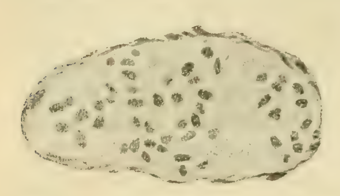


Fig. B. — Un canalicule séminipare. Le revêtement épithélial est disparu. Des noyaux irréguliers, énergiquement colorés, sont épars au sein d'une masse granuleuse qui remplit la cavité du canalicule.

D'autres fois l'aire du noyau est occupée par un semis de fines granulations safranophiles. Ces granulations, issues de la pulvérisation de la chromatine nucléaire, peuvent diffuser dans le cytoplasme.

Rappelons, en passant, que La Valette Saint-Georges [1], dans son mémoire sur « la spermatogénèse des vertébrés et de l'homme » a noté la dégénérescence des cellules sertoliennes, à certaines périodes de la spermatogénèse. Il nie la multiplication de ces éléments et les fait provenir d'amitoses portant sur les spermatogonies.

Bouin [2], 87 et 90 jours après la ligature des canaux déférents du cobaye, a signalé également la chromatolyse des cellules de Sertoli, il écrit que « cette chromatolyse atteint, tout d'abord, le corps juxtanucléolaire qui se disperse autour du nucléole vrai : celui-ci ne tarde pas à subir à son tour le même mode dégénératif [3]. »

3° *Dégénérescence aqueuse.* — C'est peut-être à la dégénérescence aqueuse qu'on doit rapporter certains aspects du noyau, d'observa-

1. *Die spermat. bei den Saugeth. und den menschen,* Bonn.
2. *Loc. cit.*, p. 244.
3. D'autres auteurs ont encore mentionné la dégénérescence des cellules de Sertoli, sans entrer dans aucun détail. Leurs travaux ne nous arrêteront point plus longtemps.

tion d'ailleurs exceptionnelle. Le centre du karyoplasma est clair : il simule une perle incolore enchassée dans un anneau de chromatine, toujours vivement et uniformément coloré. L'absence de tout réseau chromatique dans ces noyaux dégénérés, nous autorise à les éliminer du groupe de ces « noyaux annulaires ou troués » qui sont des noyaux en voie de division indirecte, comme l'ont établi Kostanecki en 1892 et Meves, l'année suivante[1].

4° *Surcharge et dégénérescence graisseuses.* — Nombre d'éléments sertoliens voient leur protoplasma se charger de graisse. Tout d'abord la graisse infiltre la région basale de l'élément : elle affecte la forme de gouttelettes fines, de taille identique, plus ou moins serrées les unes contre les autres. Plus tard, les gouttelettes se fusionnent en gouttes, de plus en plus volumineuses ; ces gouttes, de diamètre inégal, envahissent successivement le pourtour du noyau, puis la région susnucléaire.

Cette infiltration graisseuse est, d'ailleurs, très inégalement répartie. Sur certains canalicules, on trouve, ici et là, une cellule qui a subi la surcharge adipeuse. Sur d'autres, tous les éléments du revêtement sont gorgés de graisse et, sur le testicule de l'observation XVIII, nous notons qu'il serait difficile de trouver une cellule épithéliale où la graisse fasse défaut.

En comparant la teneur en graisse des cellules de Sertoli et des cellules interstitielles, nous n'avons jamais constaté nettement, qu'il existait un rapport inverse entre la graisse extratubulaire et la graisse intratubulaire, comme l'a soutenu Plato.

Quelle est la valeur de la graisse qu'on observe dans la cellule de Sertoli ? s'agit-il d'une simple surcharge ? s'agit-il d'une dégénérescence ?

Il y a surcharge, disent les anatomo-pathologistes, quand le noyau de la cellule est normal, quand le protoplasma est chargé de gouttelettes adipeuses, d'égal volume, quand ces gouttelettes restent longtemps sans se fusionner. Il y a dégénérescence, tout au contraire, quand le noyau présente les stigmates de la chromatolyse, quand le corps cellulaire est farci de gouttelettes volumineuses, de taille inégale. Dans la surcharge, l'altération qui frappe la cellule peut régresser. Cette altération est définitive, dans la dégénérescence : elle conduit l'élément à la mort.

1. 1893. Meves, Ueber eine Art der Entstehung ringformiger Kerne, *Inaug. diss. Kiel.*

L'état des gouttelettes adipeuses ne saurait nous renseigner sur l'évolution ultérieure de l'élément qui s'est chargé de graisse. Les caractères du noyau fournissent le critérium le plus sûr pour distinguer, l'une de l'autre, la surcharge et la dégénérescence. Nous ne considérons pas, toutefois, comme le signe constant de la dégénérescence, la présence de gouttelettes adipeuses dans l'intérieur du noyau. Nombre de cellules sont en pleine dégénérescence, dont le noyau ne présente point de granulations graisseuses.

Dans le testicule en ectopie, la graisse qu'on observe dans les cellules de Sertoli a la valeur d'une surcharge. Elle n'est qu'exceptionnellement le signe d'une dégénérescence.

Or nous savons que la graisse apparaît à divers titres, dans les éléments anatomiques au sein desquels elle est élaborée.

Tantôt elle constitue un produit de sécrétion; d'autres fois elle est en rapport avec des phénomènes de régression. Parfois encore elle a la valeur d'une réserve nutritive. On pourrait, nous semble-t-il, à propos du testicule ectopique, soutenir, avec des éléments d'égale valeur, l'une ou l'autre de ces interprétations, et telle est la difficulté du problème que Benda (1898) hésite à se prononcer sur le rôle de la graisse dans le testicule normal.

Bornons-nous à rappeler qu'Ebner en 1871, puis Neumann (1875), ont signalé la présence de la graisse dans le testicule. Dix ans plus tard Brown montre que cette graisse est unie à des matières albuminoïdes et qu'elle se colore faiblement par l'hématoxyline. Puis Ebner en 1888 établit ce fait, que la graisse circule dans l'épithélium séminal.

Plato [1] prétend que chez le chat les cellules interstitielles émettent des prolongements qui perforent la membrane propre pour transmettre leur graisse aux cellules de Sertoli et aux spermatides. Chez la souris, la graisse passerait par les spermatogonies pour parvenir aux spermatides. Dans un second mémoire [2] l'auteur complète l'étude de la graisse testiculaire; il admet qu'elle puisse diffuser à travers la membrane propre et il pense qu'elle affecte avec le pigment des rapports génétiques étroits; elle peut résulter de la transformation du pigment qui, d'ordinaire, provient de la cellule interstitielle.

Friedmann [3] écrit que, chez Rana viridis, la graisse est élaborée, tout d'abord, par les cellules séminales. Puis, quand ces cellules se multi-

1. 1896. Plato, Die interst. Zellen des Hodens, und ihre physiologische Bedeutung, *Arch. f. mikr. Anat.*, XLVIII, p. 280.

2. 1897. Plato, Zur Kenntniss der Anat. u. Phys. der Geschlechtsorgane, *Arch. f. mikr. Anat.*, L, p. 640.

3. 1898. Friedmann, Beiträge zur Kent. der Anat. u. Phys. d. männlichen Geschlechtsorg., *Arch. f. mikr. Anat.*, LI, p. 97.

plient, mais seulement alors, les cellules interstitielles fabriquent des gouttelettes adipeuses qui passent, dans la cavité du tube séminipare, soit à l'état de dissolution, soit en nature. En pareil cas, des traînées de granulations graisseuses s'étendent des cellules interstitielles jusqu'aux cellules internes de la lignée spermatique.

Beissner[1] fait observer que la graisse est souvent rare ou absente chez le chat, alors même qu'il existe, dans le testicule, des spermatozoïdes à l'état de maturité. La graisse ne serait donc point nécessaire à l'édification d'une lignée séminale.

On peut la rencontrer d'ailleurs, en abondance considérable, dans les glandes stériles des ectopiques, comme nous le montrions en 1898.

En décembre 1900, Regaud[2] reprend l'étude de « la sécrétion liquide » de l'épithélium séminal.

Ce produit de secrétion, colorable par le Weigert, l'auteur le retrouve dans les cellules interstitielles du testicule, dans l'épididyme, dans l'ovaire (ovule et épithélium folliculaire) dans le corps jaune. Il n'appartient point en propre au testicule[3], mais à toute une série d'organes au sein desquels la présence de la graisse est connue depuis de longues années. Or chacun sait que les matières grasses sont décelées par l'hématoxyline, après mordançage par les liquides chromiques : c'est même sur cette réaction qu'est basée la technique de Weigert pour l'étude des gaines de myéline. La conclusion qui s'impose, c'est que la secrétion, dont Regaut a repris l'étude, est essentiellement constituée par de la graisse. C'est là, d'ailleurs, l'opinion de l'auteur. « La graisse, dit-il, est la forme la plus stable et la moins mobile du produit de sécrétion. » « Le produit de sécrétion est histologiquement unique ; les gouttelettes graisseuses correspondent au centre incolore de certaines vésicules de sécrétion. »

Ce produit de sécrétion « destiné à nourrir les cellules séminales et aussi à fournir le milieu liquide où doivent vivre les spermatozoïdes », Regaud et Policard[4] l'observent dans le testicule du porc impubère et du porc ectopique, et ils concluent[5] à « l'indépendance relative de la fonction sécrétoire et de la fonction spermatogène de l'épithélium séminal ».

5° *Dégénérescence granuleuse.* — La dégénérescence granuleuse frappe tantôt des cellules isolées, et tantôt au contraire tout un groupe de cellules juxtaposées. Les cellules de Sertoli, atteintes de cette lésion, semblent plus ou moins nettement individualisées. Elles

1. 1898. Beissner, Die Zwischensubstanz des Hodens und ihre Bedeutung, *Arch. f. mikr. Anat.*, LI, p. 794.

2. 1900. Regaut, *Soc. de biologie*, 22 décembre.

3. A moins d'admettre avec l'auteur que le Weigert colore d'une façon identique une série de produits différents, ce qui n'est point démontré.

4. 1901. Regaut et Policard, *Soc. de biologie*, 27 avril.

5. 1901. Regaut, *Soc. de biologie*, 4 mai.

affectent des formes variées. Elles sont polyédriques, hémisphériques, allongées en colonne. Leur contour est très net et elles apparaissent farcies de granulations qui se colorent en violet avec la méthode de Bizzorero, en vert avec la méthode de Benda, en jaune avec l'hématéine-aurantia [1]. Ces granulations sont de taille très inégale; les plus petites ont la taille du nucléole des cellules sertoliennes; les plus grosses atteignent le diamètre d'un noyau.

Comme les granulations graisseuses qui, parfois, se mêlent à elles en petit nombre, les granulations albuminoïdes se localisent d'abord dans le pied de la cellule de Sertoli. Elles infiltrent plus tard tout le corps cellulaire. Elles semblent se fusionner les unes avec les autres, pour former ces grosses boules réfringentes qu'on trouve au voisinage de la lumière du canalicule. Ces boules se colorent un peu différemment des granulations fines. Elles sont feuille morte, tandis que les granulations fines sont vertes après l'emploi de la méthode de Benda (voir fig. XVI). Elles se retrouvent dans les bouchons de coagulation qui obstruent la lumière de nombre de canalicules.

Quant aux noyaux sertoliens, qui parfois apparaissent au contact des boules albuminoïdes, ils sont d'abord d'aspect normal. Peu à peu, on les voit perdre leur chromatine, devenir tout à fait clairs; leur membrane nucléaire disparaît, et leur karyoplasma est même envahi par des granulations identiques à celles qui bourrent le corps cellulaire. D'autres fois, ces noyaux diminuent de volume, se déforment, deviennent très colorables et leur substance chromatique peut se rassembler en calotte à l'un des pôles du noyau.

6° *Dégénérescence hyaline.* — Un dernier type de dégénérescence est représenté par la dégénérescence hyaline des cellules de Sertoli. Nous n'avons pu assister qu'aux derniers stades de cette dégénérescence, mais nous pouvons cependant affirmer qu'elle porte uniquement sur les cellules de Sertoli et cela pour plusieurs raisons : deux testicules, sur lesquels nous avons observé les corps concentriques, ne présentaient, nulle part, de lignée séminale; de plus, les noyaux qui occupaient le centre de ces corps concen-

1. Elles se colorent encore en jaune sur les pièces fixées au Flemming et examinées sans coloration consécutive ou après coloration par la méthode de Flemming (safranine, violet de gentiane et orange), en noir avec l'hématoxyline au fer, en rose avec la safranine et le picro-carmin d'indigo. Elles se teignent en rouge avec l'éosine, sur les pièces fixées au sublimé.

triques, avaient la taille et les caractères morphologiques des noyaux sertoliens.

Dans la lumière de tubes, tantôt encore revêtus de leur épithélium, tantôt réduits à leur paroi propre, on observe des corps irrégulièrement sphériques, de 26 à 30 μ de diamètre. Certains de ces corps sont nus; d'autres sont entourés d'une couronne de cellules épithéliales nettement individualisées (voir fig. XVII). Certains d'entre eux ne renferment pas ou ne renferment plus d'éléments figurés; d'autres au contraire portent, en leur centre, des noyaux sertoliens, plus ou moins dégénérés. Autour de ce centre, se disposent des anneaux concentriques alternativement vert clair et vert foncé sur les coupes colorées par la méthode de Benda, alternativement jaunes et noirs sur les pièces traitées par l'hématoxyline au fer et l'aurantia.

La figure XVIII représente un corpuscule concentrique d'un type un peu spécial. Ce corpuscule, de plus de 70 μ de diamètre, est bi-centré. A droite, la coupe passe au-dessus de la région occupée par les noyaux; un espace clair forme centre de figure; à gauche au contraire la section intéresse deux noyaux sertoliens. Autour de chacun des deux centres, se répartissent des anneaux concentriques, alternativement clairs et foncés. Des anneaux foncés larges alternent avec des anneaux foncés étroits. Ceux-ci sont des lignes; ceux-là sont des bandes et dans chaque bande la teinte se dégrade en allant de la périphérie vers le centre. Cette disposition très nette sur le corpuscule gauche est un peu moins régulière sur le corpuscule droit. Ajoutons qu'à leur périphérie les deux corpuscules sont enveloppés d'une écorce qui leur est commune, et se montre légèrement bosselée.

On n'est pas encore complètement renseigné sur le mode de formation des corpuscules concentriques ou stratifiés. Ces corpuscules, dont la présence dans le testicule ne nous semble pas encore avoir été signalée, se forment, croit-on, aux dépens de cellules desquamées; ces cellules tombent dans une cavité où elles séjournent plus ou moins longtemps. Autour d'elles, comme centre d'appel, se déposeraient des cellules nouvelles qui ont subi la dégénérescence hyaline, perdu leur noyau, et pris la forme lamelleuse. Éléments centraux et corticaux perdent leur contour, et sont agglutinés par une substance albuminoïde. Telle serait la genèse des corpuscules concentriques. Ces corpuscules, d'ailleurs, n'ont aucune parenté chimique avec l'amidon; ils ont une réaction qui leur est commune à tous : la thionine les colore en vert.

Nous ne saurions dire si les corpuscules stratifiés du testicule se rapportent au type amyloïde ou au type hyalin proprement dit, car nous n'avons point recherché les réactions de l'amyloïde avec l'iode ou le violet de méthyle.

Résumons-nous : comme le testicule normal, le testicule ectopique est sujet à des modifications structurales d'ordre atrophique, qui consistent en dégénérescences.

Ces dégénérescences sont de formes variées.

Parfois la dégénérescence coexiste avec l'infiltration (dégénérescence graisseuse). Plus souvent, elle existe seule, et elle peut revêtir plusieurs modalités.

Tantôt, et le cas est rare, il s'agit de dégénérescence aqueuse. En pareil cas la chromatine se dispose en anneau ou en croissant contre la membrane nucléaire : le centre du noyau est représenté par une sphérule absolument claire.

Tantôt au contraire la dégénérescence s'accompagne de la coagulation du protoplasma. On est en présence de la tuméfaction trouble (dégénérescence granuleuse) ou de la transformation hyaline.

Il importe de remarquer toutefois que la dégénérescence vitrée s'observe sur la paroi propre du canalicule, capable encore d'une longue vitalité; c'est aux dépens d'éléments desquamés, c'est-à-dire d'éléments morts ou voués à une mort rapide, que se produisent, au contraire, les globes concentriques.

Aussi peut-on dire que loin d'avoir la fixité numérique qu'on leur accorde dans le testicule normal, les cellules de Sertoli de la glande ectopique disparaissent progressivement : leurs amitoses sont de nombre trop restreint pour compenser les phénomènes dégénératifs dont ces éléments sont le siège.

V. — La lignée séminale.

Entremêlés aux cellules de Sertoli, on trouve, çà et là, sur certaines glandes en ectopie, des éléments qui sont disposés sur une ou sur plusieurs couches. Ces éléments diffèrent nettement des cellules végétatives et par leur protoplasma et par leur noyau : ils appartiennent à la lignée séminale. Ils sont rares dans le testicule ectopique. On les observe sur un seul canalicule, ou sur des canalicules réunis en groupe, dans un territoire donné. Il ne faudrait pas croire, d'ailleurs, que les éléments de la lignée séminale

occupent seulement les canalicules du diamètre le plus considérable. Dans notre observation XLVI, par exemple, les tubes de 155 à 177 μ sont uniquement revêtus de cellules de Sertoli et c'est seulement dans les canalicules de 110 à 135 μ qu'on observe une ébauche du travail spermatogénétique.

Nous serons très brefs sur les éléments de la lignée séminale, car les observations que nous avons pu faire sur de tels éléments sont trop incomplètes pour qu'il soit possible d'en tirer des conclusions d'un intérêt général.

Elles sont incomplètes pour deux raisons. La spermatogénèse est exceptionnelle sur le matériel que nous avons eu dans les mains. Les pièces, trop rares à notre gré, où ce processus était représenté, contenaient seulement quelques canalicules en voie de différenciation et ces canalicules se présentaient eux-mêmes sous un petit nombre d'aspects, toujours les mêmes. Nous avons observé, assez souvent, des spermatogonies seules; plus rarement nous avons vu des spermatocytes se joindre à ces spermatogonies ; nous avons noté des spermatides dans deux observations seulement, et nous n'avons jamais assisté à la transformation complète des spermatides en spermatozoïdes.

A. — *Les spermatogonies.*

Enclavées dans le protoplosma commun des cellules de Sertoli et disposées sur un rang contre la membrane propre, les spermatogonies nous apparaissent tantôt isolées, tantôt réunies en nid, comme les ovules mâles auxquels elles ressemblent tant. Elles sont au contact quand elles ne sont pas groupées, à faible distance les unes des autres. Elles sont reconnaissables à leur volume considérable (30 à 35 μ), à leur forme arrondie, à leur noyau.

Le noyau sphérique, et plus souvent encore aplati parallèlement à la membrane propre, est nettement délimité. Il est parcouru par un réseau délicat de linine et renferme un nucléole volumineux que nous avons toujours trouvé unique. Ce nucléole occupe un point variable du karyoplasme. Tantôt il occupe l'intérieur du noyau, tantôt il est accolé à la face interne de la membrane nucléaire. A lui seul nous l'avons vu représenter la presque totalité de la masse chromatique du noyau. Mais souvent le noyau est rempli de corpuscules safranophiles, qui sont de nombre, de forme et de taille variables. Ces grains sont arrondis, parfois irrégulièrement

étoilés; nombre d'entre eux sont accolés à la membrane nucléaire qui les sépare du corps cellulaire.

Ce dernier semble faire parfois défaut. Le noyau paraît alors plongé dans le protoplasma sertolien. Mais il est de règle que le noyau se montre entouré d'une nappe protoplasmique, nettement individualisée. La spermatogonie apparaît alors irrégulièrement sphérique ou plan convexe. Le cytoplasma est remarquablement clair; et d'aspect variable. Il paraît parfois rétracté autour du noyau ou à l'une de ses extrémités, sous forme d'une masse à peine colorable. Il est homogène ou vaguement filamenteux, et sur un chien, nous l'avons vu (fig. XVII) sous l'aspect d'un fin réseau à mailles assez régulièrement polygonales. Enfin le noyau de la spermatogonie est parfois embrassé par un croissant protoplasmique beaucoup plus colorable que tout le reste du corps cellulaire. Dans ce croissant, que nous rapportons à un idiosome, on observe une aréole claire, ovoïde, qui contient deux petits corpuscules, les corpuscules centraux.

Nous ajouterons qu'à la limite de l'idiosome et du corps cellulaire nous avons parfois observé des grains safranophiles analogues à ceux qu'on trouve dans le noyau. Ils sont arrondis, plan convexe, ou étranglés en haltère (voir figure XXV).

Nous avons observé parfois des spermatogonies géantes et nous avons dessiné, chez le chien, une de ces spermatogonies (voir figure XX).

Ajoutons, enfin, que nous avons noté plusieurs stades de la karyokinèse des spermatogonies, normales ou géantes; nous avons vu également des spermatogonies bi-nucléées. Mais nos observations, sur ce point, sont trop incomplètes pour que nous puissions songer à décrire les phénomènes de la mitose dans le testicule ectopique de l'homme (figures XXVIII à XXXI).

En somme, les spermatogonies du testicule ectopique se rapportent à deux types.

Les unes répondent à la « spore cell » de Brown [1] (1885), à la « stammuterzelle » de Benda [2] (1887), que Regaut [3] qualifie de « spermatogonie à noyau poussiéreux » (1899) et que Schœnfeld [4] appelle « cellule indifférente » (1901).

1. 1885. Brown, *Quart. Journ. of mikr. Sc.*, t. XXV.
2. 1887. Benda, *Arch. f. mikr. Anat.*, t. XXX.
3. 1899. Regaut, *Compt. rend. Assoc. des Anat.*, t. I.
4. 1901. Schœnfeld, *Arch. de biol.*, t. XVIII. On trouvera dans ce mémoire l'historique des derniers travaux sur la spermatogénèse.

Elles sont essentiellement caractérisées par leur noyau semé d'une chromatine pulvérulente et d'un nucléole arrondi, volumineux, toujours unique. Ce nucléole, en raison de sa chromaticité variable, a été considéré comme un organe formateur de chromatine.

Les autres répondent aux spermatogonies à noyau croutelleux de Hermann [1], Lenhossek [2] et Regaut [3], aux spermatogonies de Schœnfeld. Le noyau est semé de grumeaux chromatiques, disposés en croûtes, et constituant un revêtement discontinu à la face interne de la membrane nucléaire.

Nous n'insisterons ni sur la structure du protoplasma, ni sur les granulations chromatiques du cytoplasme qu'on trouve au voisinage du corpuscule central. Ces granulations vues par Hacker (1899) ont été considérées par Schœnfeld comme les homologues (?) du chondromitome de Benda [4] et de Meves [5].

Ajoutons seulement que le plan de division des spermatogonies est tantôt parallèle, tantôt perpendiculaire à la membrane propre.

B. — *Les spermatocytes.*

Séparés de la membrane propre par des spermatogonies, on observe de volumineux éléments disposés sur un ou deux rangs. Par leur aspect, par leur taille et par leur siège ces éléments se rapportent à des spermatocytes de premier et de second ordre. Ils sont toujours à l'état de division et souvent les spermatocytes voisins les uns des autres se montrent à des stades divers de la mitose. C'est ainsi que, sur quatre cellules situées à la file, nous avons trouvé le spirème, la plaque équatoriale et les anneaux chromatiques. Nous avons parfois noté dans le corps cellulaire des spermatocytes la présence d'un idiosome, et de corpuscules centraux. Nous reviendrons sur ces détails en étudiant les spermatocytes desquamés.

Nous avons observé une fois sur un spermatocyte de premier ordre un synapsis. Cet état particulier du noyau entrevu par Swaen et Masquelin, puis par Furst, a été étudié par Moore, Montgomery, Winiwarther [6] et Schœnfeld. Il n'a pas été observé par Ebner, par Hermann, Lenhossek et Regaut. Nous pouvons affirmer qu'il est d'une fréquence extrême sur le testicule du singe et de quelques autres mammifères.

1. 1889. Hermann, *Arch. f. mikr. Anat. u Entwick.*, t. XXXIV.
2. 1898. Lenhossek, *Arch. f. mikr. Anat.*, t. L.
3. 1899. Regaut, *Verhand. d. anat. Gesellschaft*, XII, et *Arch. d'anat. microsc.*, 1901.
4. 1899. Benda, *Verhandl. d. phys. Gesel.*, 1er février.
5. 1900. Meves, *Arch. f. mikr. Anat.*, t. LVI.
6. 1900. Winiwarther, *Arch. de biol.*, t. XVII, (on trouvera dans ce travail tout l'historique du synapsis).

Notons encore que la plupart des spermatocytes étudiés par nous se montraient au stade qui précède la première mitose de réduction. Leur chromatine était disposée sous forme d'anneaux accolés à la face interne de la membrane nucléaire.

C. — *Les spermatides.*

Sur deux séries de coupes seulement, nous avons vu des spermatides constituer l'assise superficielle de la lignée séminale.

Le corps de ces spermatides présentait un noyau très chromatique dont il était facile de suivre le déplacement. D'abord inclus au centre d'un corps cellulaire ovoïde, le noyau gagne bientôt le pôle de la cellule tourné vers la membrane propre. Il vient bientôt faire hernie en dehors du corps cellulaire, puis il diminue de volume et devient piriforme. Sa grosse extrémité (extrémité profonde ou externe), s'est accolée à une cellule de Sertoli; sa petite extrémité regarde la lumière du canalicule; à ce stade la partie de la spermatide qui s'énuclée est formée de deux parties : l'une profonde, l'autre superficielle, celle-là claire, hyaline, celle-ci foncée. La ligne qui sépare ces deux parties est plane ou convexe; sa convexité regarde la membrane propre. En regard de l'extrémité superficielle du noyau, nous avons pu distinguer deux corpuscules centraux; l'antérieur est au contact de la petite extrémité du noyau, le postérieur est un peu plus loin, dans le corps cellulaire. Une seule fois nous avons l'ébauche d'une manchette et d'un filament axile.

Résumons tous ces faits.

Le testicule ectopique tente parfois d'élaborer une lignée séminale. L'épithélium séminipare est alors représenté toujours par des spermatogonies, souvent par des spermatocytes, par des spermatides exceptionnellement.

Mais la glande ectopique prolonge, outre mesure, sa période de préspermatogénèse. Avant d'avoir élaboré des spermatozoïdes[1] elle entre en régression[2]. Elle brûle donc la plus importante étape de son évolution. A sa jeunesse prolongée, succède une vieillesse précoce, sans période intercalaire de maturité[3].

1. Stade de spermatogénèse.
2. Stade de postspermatogénèse.
3. Nous passerons en revue les altérations des cellules de la lignée séminale en étudiant les éléments desquamés dans la lumière du canalicule séminipare.

VI. — Les éléments desquamés du canalicule séminipare.

Pris au milieu des liquides coagulés qui obstruent la lumière des canalicules séminipares, on trouve fréquemment des éléments cellulaires. Ces éléments sont représentés par des cellules de type sertolien; d'autres fois ils appartiennent à la lignée séminale, mais quelle que soit leur nature, les éléments desquamés sont absolument sains, ou au contraire en voie de dégénérescence.

A. — *Les cellules de Sertoli.*

Les éléments sertoliens subissent parfois la desquamation pure et simple. Ils sont englobés dans un magma résultant de la coagulation des liquides intracanaliculaires par les réactifs fixateurs. Ce magma apparaît surtout nettement granuleux dans les pièces fixées par le sublimé.

D'ordinaire, les éléments sertoliens desquamés sont plus ou moins profondément dégénérés.

Tantôt leur protoplasma voit ses vacuoles disparaître et le protoplasma, devenu plein, se teint plus énergiquement qu'à l'état normal, par les colorants acides. D'autres fois, les noyaux plongés dans ce protoplasma, sont anormaux. Ils sont petits et ratatinés. Leur forme n'a rien de régulier; ils sont souvent allongés en bâtonnet. Ils se colorent en rouge foncé par la safranine, en noir d'ivoire par l'hématoxyline au fer, et cette coloration brutale se fait sans élection. Elle porte sur le karyoplasma tout entier. On n'arrive plus à distinguer aucun des organes nucléaires (et, nucléole, corps juxtanucléolaires). Souvent même autour de pareils noyaux toute trace de protoplasma a disparu. Ajoutons que de pareilles altérations s'observent d'une façon constante sur les canalicules dont la paroi s'est épaissie, dont le calibre a considérablement diminué, et dont le diamètre est tombé par exemple de 110 μ à 66 ou même à 30 μ.

Il est inutile de revenir ici sur les modes de dégénérescence de la cellule de Sertoli. Il nous suffira d'ajouter, qu'englobées dans les coagula dont il vient d'être question, on trouve encore des cellules ayant subi la chromatolyse, la surcharge graisseuse, la dégénérescence granuleuse ou la transformation hyaline.

B. — *La ligne séminale.*

C'est sur le chien qu'on observe, avec le plus de netteté et le plus de fréquence, la chromatolyse des spermatogonies.

Ce mode dégénératif porte sur des cellules géantes ou sur des éléments de taille normale. Son processus rappelle, en tout point, la chromatolyse des cellules épithéliales. Le protoplasma s'individualise autour du noyau sous forme d'une masse, beaucoup plus colorable par les teintures acides (éosine, aurantia), que le protoplasma voisin. Cette masse est nettement délimitée ; elle est sphérique ou polyédrique. En même temps, la chromatine du noyau se rassemble à la face interne de la membrane nucléaire. Cette membrane disparaîtra bientôt. Les grains de chromatine se fusionnent alors, en un bloc irrégulier, qui se teint avec une grande énergie, mais sans la moindre élection, par les réactifs du noyau. Puis ce bloc se fragmente en boules arrondies qui ne tardent point à se résorber. Une masse de protoplasma à contours nets, à réactions acidophiles, représente dès lors la spermatogonie dégénérée. Elle n'a plus qu'à tomber dans la lumière du canalicule testiculaire.

Les spermatocytes se distinguent nettement des autres éléments de la lignée séminale. Ils se desquament à un stade varié de leur évolution : spermatocytes jeunes, spermatocytes de premier ordre, ou de second ordre s'observent côte à côte, dans la lumière des canalicules, et cela à un stade variable de la mitose Quelques-uns de ces spermatocytes ont un contour un peu irrégulier; certains n'ont pas, ou n'ont plus de corpuscules centraux; d'autres au contraire, bien que desquamés, possèdent encore dans leur cytoplasme ou contre leur noyau, leurs deux corpuscules centraux, entourés d'une aréole transparente, de forme ovalaire. Ces corpuscules sont écartés l'un de l'autre; d'autres fois ils semblent réunis par un filament très grêle, la centrodesmose (?), qui se colore tantôt en rouge, tantôt en vert quand on fait usage de la safranine et du lichtgrün. Nous ajouterons que certains spermatocytes présentent un noyau en mitose, tandis que leur protoplasma fortement coloré est atteint de dégénérescence hyaline. Nous avons trouvé enfin des spermatocytes dont le corps cellulaire était liquéfié, et dont le filament de chromatine traînait, plus ou moins déroulé, dans la lumière du canalicule.

Mais ce sont encore sur les spermatides que se présentent les formes dégénératives les plus variées. Elles quittent le revêtement à un stade quelconque de leur évolution. Certaines d'entre elles ont encore leur forme ronde et un gros noyau, situé au cœur du protoplasma; d'autres sont ovoïdes; leur noyau occupe le pôle de l'élément; sur d'autres encore, le noyau s'est allongé et aminci; il fait saillie hors du cytoplasma et dans ce cytoplasma on observe deux centrosomes, de taille inégale.

A côté des spermatides normales, on trouve des spermatides qui, en raison de leur taille, méritent la dénomination de spermatides naines, et cette réduction porte également sur les diverses parties de la cellule, sur le noyau comme sur le corps cellulaire.

A côté des spermatides dont le noyau est unique, nous avons vu des spermatides multinucléées. La figure LVII représente une spermatide volumineuse qui porte en son centre trois noyaux; la figure LVIII est celle d'une spermatide, un peu plus petite que la précédente, bien qu'elle contienne quatre noyaux, disposés à sa périphérie. De ces noyaux deux sont de taille un peu inférieure à la normale, deux sont très petits.

En raison de leurs dimensions, nous rapprocherons des spermatides des cellules qu'on observe fréquemment desquamées dans les canalicules séminipares. Ces cellules sont essentiellement caractérisées par un gros noyau sphérique entouré d'une étroite écorce de protoplasma. Il nous paraît toutefois difficile d'affirmer à quel stade d'évolution de la cellule séminale doivent être rattachés des éléments aussi profondément dégénérés (voir figures LIX, LX).

HISTOIRE ET CRITIQUE.

Nous nous bornons à rappeler que Bouin[1] a minutieusement étudié les phénomènes cytologiques anormaux qui s'observent dans l'atrophie expérimentale du tube séminifère. Il a décrit la dégénérescence hyaline et la désintégration du corps cellulaire (plasmarrhexis); la pycnose, la carryorhexis et la chromatolyse du noyau. Il a longuement insisté sur la dégénérescence des cellules en activité et montré quelles particularités peuvent présenter les aspects de la karyokinèse (mitoses hyper- ou hypochromatiques, mitoses rudimentaires, mitoses à développement arrêté, abrégé, désordonné, mitoses asymétriques ou pluripolaires). Il a observé aussi les amitoses des spermatides. Dans une autre partie de

1. 1897. Bouin, *loc. cit.*

son mémoire, Bouin s'occupe de l'involution organique du testicule. Entre autres faits il insiste sur la régression des cellules séminales « qui disparaissent les unes après les autres, les plus perfectionnées les premières »; il note enfin que « la dégénérescence des éléments séminaux se fait par régions testiculaires ».

Au cours de notre précédent mémoire, nous avions indiqué quelques faits analogues, que nous avons décrits un peu plus longuement dans le présent travail.

Nous ajouterons qu'au cours de la spermatogénèse normale, on a trouvé (Regaud) des tubes dont l'épithélium se desquame en bloc, et d'autres canalicules où l'on observe des cellules séminales qui dégénèrent isolément. Les cellules dégénérées sont des spermatogonies (Meves), des spermatocytes, des spermatides. Elles sont munies d'un seul noyau; elles sont de taille très petite (cellules naines) ou de taille considérable (cellules géantes). Elles sont parfois plurinucléées.

Cet aspect s'observe parfois sur les spermatogonies, mais il est surtout fréquent dans les spermatides.

Moore en 1894 [1] écrit que ces spermatides multinucléées résultent de la division nucléaire de spermatocytes et cette division se fait probablement par amitose chez le chien, par mitose chez le rat. Les deux modes de division, directe et indirecte, pourraient d'ailleurs se suppléer et se substituer l'un à l'autre.

Meves [2] a vu chez l'homme des spermatides multinucléées. Il a figuré une cellule à 2 noyaux; à chaque noyau est annexé une paire de corpuscules centraux et sur chaque paire de corpuscules centraux s'insère un filament axile.

Broman [3] a compté jusqu'à 12 noyaux dans les spermies géantes du Bombinator ignéus. En leur centre, ces cellules présentent une sphère; cette sphère, qui renferme des corpuscules centraux disposés par paires, répond à l'idiosome de Meves. Elle résulte de la condensation et de la fusion des divers fuseaux de la tératospermatide. Le prolongement effilé de certains noyaux pénètre dans sa zone périphérique et lui prête un contour irrégulier.

Tandis que Broman et Regaud [4] considèrent les spermatides géantes comme issues de mitoses pluripolaires, Maximow [5] fait intervenir dans la genèse des tératospermatides des phénomènes de fusion, portant sur des cellules primitivement séparées.

Rappelons en passant qu'Eismond [6] interprète les ovocytes plurinu-

1. 1894. Moore, Some points in the spermatogenesis of mammalia, *Internat. journ. of anat*, XI.

2. 1898. F. Meves, *Anat. Anzeiger*, XIV, p. 168.

3. 1900. Ivar Broman, Ueber Riesenspermatiden bei Bombinator igneus, *Anat. Anzeig.*, XIX, p. 30.

4. 1900. Regaud, Évol. tératol. des cellules séminales (spermatides), *Bibliogr. anat.*, p. 24.

5. 1900. C. Maximow, Bemerkungen zu der arbeit von Regaud, *Bibliogr. anat.*, p. 182.

6. 1898. Eismond, Sur l'état plurinucléaire des cellules en général et des cellules-œufs en particulier, *Bibliogr. anat.*, t. VI, p. 307.

cléés comme résultant soit d'une division exclusivement nucléaire, soit d'une fusion d'éléments uninucléés. A la suite de la fusion des cytoplasmes, on pourrait voir un certain nombre de noyaux disparaître par résorption ou par fusion avec leurs congénères.

VII. — Le tissu conjonctif.

Le tissu conjonctif du testicule adulte est en général peu développé. Il est essentiellement formé de cellules fixes, de leucocytes et de fibres conjonctives. Ces fibres sont de nombre variable; elles sont d'autant plus nombreuses et d'autant plus serrées qu'il existe moins de cellules fixes. Elles donnent, au tissu conjonctif testiculaire, tantôt l'aspect de la boule d'œdème, tantôt l'aspect du tissu fibreux : ces deux types de la trame de soutien peuvent d'ailleurs se trouver réunis sur la même pièce.

A côté des fibres conjonctives, nous avons trouvé parfois des fibres élastiques. Le réseau qu'elles constituent nous a toujours paru limité aux grosses cloisons interlobulaires. Tantôt, et c'est la règle, il se développe au pourtour des canaux vasculaires; il apparaît formé de fibres anastomosées qui, suivant le sens de leur section, se projettent comme des points ou comme des lignes courtes et sinueuses. Mais ces fibres sont de taille très différente. Les grosses fibres s'entremêlent avec les petites, sans qu'il soit possible de reconnaître aux unes et aux autres une topographie particulière. Tantôt, et c'est l'exception, les fibres élastiques sont indépendantes des vaisseaux sanguins. Elles cheminent, en petit nombre, au milieu d'une cloison interlobulaire, sans pénétrer comme le tissu conjonctif qui les accompagne, dans l'épaisseur du lobule testiculaire.

Éparses dans le tissu conjonctif, on remarque encore des cellules libres. Ces cellules sont de forme variée. Elles sont sphériques; d'autres fois elles simulent une raquette ou un court fuseau. Leur noyau est de siège variable. Leur corps cellulaire est bourré de granulations fines et serrées, et ces granulations sont si nombreuses parfois qu'elles cachent le noyau. Ces granulations fixent la safranine, le violet de gentiane; elles se teignent en rouge amarante avec le bleu polychrôme de Unna; elles ne se colorent point par les réactifs acides (éosine, orange). Elles rentrent dans le groupe des mastzellen, mais les pièces que nous avons étudiées ne nous ont pas permis d'élucider leur mode d'origine.

Les cellules interstitielles sont un élément constant du tissu conjonctif, dans le testicule adulte, mais leur nombre n'a rien de fixe : il oscille dans de larges limites d'un testicule à l'autre. Sur telle glande, c'est à grand'peine qu'on observe çà et là quelques cellules interstitielles; sur telle autre, au contraire, les cellules interstitielles semblent à elles seules constituer la presque totalité de l'appareil de soutien.

Quelle que soit leur abondance, les cellules interstitielles se montrent sous deux aspects. Elles sont parfois isolées, mais il est de règle de les voir se grouper en îlots. Ces îlots sont de nombre essentiellement variable. Essentiellement variable est aussi le nombre des cellules d'un îlot donné. Aussi n'y a-t-il aucune relation à établir entre la taille des îlots et le nombre des éléments qui constituent chacun d'eux. Nous avons constaté le fait, tout récemment encore, chez un sujet de dix-huit ans. Sur une coupe intéressant quatre-vingt-deux tubes séminipares, nous avons compté seulement cinq îlots de cellules interstitielles, formés chacun de cinq à huit cellules. Et ces îlots ne nous ont pas paru sensiblement plus nombreux ou plus étendus dans les autres régions du testicule.

Les cellules interstitielles n'ont pas dans le testicule une topographie aussi fixe que l'affirment nombre d'auteurs. On les trouve dans l'épaisseur de l'albuginée aussi bien que dans la paroi des canalicules. Le lobule testiculaire est toutefois leur siège d'élection. Là, elles forment des nodules arrondis ou des cordons qui s'interposent entre les canalicules séminipares. A ces canalicules elles forment parfois une ceinture complète qui se fusionne avec les anneaux de cellules interstitielles, semblablement disposés.

Considérées dans leur structure fine, les cellules interstitielles présentent diverses modalités. De forme généralement polyédrique, d'une taille qui peut atteindre 60 ou 65 μ, ces cellules sont munies d'un noyau de 12 à 16 μ de diamètre.

Ce noyau est sphérique ou ovalaire. Il occupe une région quelconque du corps cellulaire. Il est indifféremment central, marginal ou polaire. Exceptionnellement il se montre étranglé en haltère à sa partie moyenne. Nous l'avons vu quelquefois porteur de cloisons de refend et plus souvent encore d'incisures larges et peu profondes. Mais cette constatation nous semble insuffisante pour conclure à l'existence de phénomènes amitosiques dans les cellules interstitielles.

Examiné à de forts grossissements, le noyau des cellules interstitielles de l'adulte nous apparaît pourvu d'un ou deux nucléoles. Ces nucléoles sont nets et volumineux. On y observe aussi des grains de chromatine qui, parfois, se disposent à la face interne de la membrane nucléaire ou se disséminent dans le karyoplasma qui, dès lors, se teint dans toute son étendue. Ajoutons que nous n'avons jamais constaté de karyokinèse sur les cellules interstitielles; cette karyokinèse a pourtant été décrite chez l'homme par Reinke.

Quant au corps cellulaire, il est parfois homogène dans toute son étendue; parfois il est alvéolaire, et les mailles du réseau sont inégales, arrondies ou irrégulièrement polygonales. Parfois encore on trouve entre ces deux types extrêmes une série de formes de transition. Autour du noyau, sous forme de zones concentriques on observe successivement 1° une couche de protoplasma homogène, 2° une écorce de protoplasma alvéolaire que limite en dehors 3° une nouvelle bande de protoplasma homogène, très colorable, formant exoplasme à la cellule.

Nous ajouterons que le protoplasma présente encore çà et là de petits grains sidérophiles. L'hématoxyline les teint en noir d'ivoire. Quelques-uns de ces grains sont disposés deux à deux, ils sont entourés d'un halo clair. Ils ont été regardés par Lenhossek comme des centrosomes.

Nous noterons enfin que les cellules interstitielles ne présentent aucune systématisation fixe, vis-à-vis des vaisseaux sanguins. Tantôt elles sont ordonnées autour d'un vaisseau sanguin; tantôt elles sont localisées dans le tissu conjonctif, à distance de ces vaisseaux.

Le protoplasma des cellules interstitielles élabore du pigment, de la graisse et des cristalloïdes.

Du pigment, nous dirons seulement qu'il est peu développé. Nous n'avons pas eu l'occasion de rechercher quels rapports il affecte avec la graisse.

La graisse élaborée dans les cellules interstitielles se présente d'abord sous forme de gouttelettes fines et de taille égale. Ces gouttelettes, d'abord très nombreuses, grossissent en se fusionnant les unes avec les autres. Elles constituent finalement des boules arrondies, de diamètre très variable, et sont logées dans les vacuoles du protoplasma. Nous nous sommes demandés avec Plato s'il existe un rapport inverse entre la graisse extratubulaire (graisse des cel-

lules interstitielles), et la graisse intratubulaire (graisse des cellules de Sertoli). Mais nous ne sommes pas arrivés sur ce point à des résultats assez nets pour nous faire une opinion personnelle.

Dans notre mémoire de 1898, nous avons établi la présence des cristalloïdes de Reinke dans le testicule en ectopie. Nous nous bornons à rappeler que ce sont des bâtonnets à extrémités mousses, droits ou légèrement incurvés, tantôt longs et grêles, tantôt courts et trapus. Ils se colorent en rouge par la safranine, en violet par la méthode de Bizzorero. Ils présentent d'ailleurs des réactions histochimiques assez variables. Sur une coupe donnée, colorée par la méthode de Benda, des cristalloïdes, de taille identique, se colorent les uns en rouge, les autres en vert; sur des pièces traitées par la méthode de Flemming, certains cristalloïdes sont rouges et d'autres jaunes ou bruns. Une telle polychromaticité est sans doute en rapport avec des variations du produit cristallisé, variations dont il nous est encore impossible de préciser la nature.

Les cristalloïdes se rencontrent dans l'intérieur des cellules interstitielles; nous les avons représentés sur des cellules à protoplasma homogène (fig. LXVI) et sur une cellule à structure alvéolaire (fig. LXV). Il est certain qu'ils se sont formés dans ces cellules, et les cristalloïdes qu'on observe dans le tissu conjonctif proviennent tous, vraisemblablement, des cristalloïdes élaborés dans les cellules interstitielles.

Ces cristalloïdes sont parfois entourés d'une aréole claire; ils sont isolés ou réunis en groupes. Lorsque le groupe comprend seulement deux ou trois cristalloïdes, on voit ces cristalloïdes se disposer parallèlement ou se mettre bout à bout. Parfois ils viennent au contact les uns des autres; d'autres fois, ils font entre eux des angles variables. Le groupe comprend-il 3, 6 ou 8 cristalloïdes? Alors ceux-ci se disposent irrégulièrement, et parfois, ils chevauchent les uns sur les autres. Nous ajouterons que les cristalloïdes d'un groupe donné sont souvent de taille différente et de réactions histochimiques variables. Leur répartition dans la glande séminale ne nous a semblé soumise à aucun dispositif constant.

Les éléments du tissu conjonctif dont nous avons fait l'étude apparaissent souvent noyés dans une substance que coagulent les réactifs. Cette substance, apparaît granuleuse sur les coupes fixées au sublimé; elle est homogène sur les pièces traitées par la liqueur de Flemming; elle se teint en rose pâle par la safranine. Elle est,

en partie du moins, identique aux liquides qui suintent parfois du testicule, quand on procède à la section de l'organe avec des ciseaux. Nous nous sommes assurés de ce fait en recueillant le liquide sur des lames et en procédant à sa coloration. Nous considérons cette substance comme le plasma du tissu conjonctif.

HISTOIRE ET CRITIQUE.

1° *Togographie des cellules interstitielles.*

Mauri [1] ne constate pas de modifications notables dans le nombre des cellules interstitielles, qu'il étudie sur des chevaux normaux et cryptorchides.

Mathieu [2], dans un mémoire dont nous n'avions pas eu connaissance lors de notre premier travail, a étudié les cellules interstitielles sur six animaux cryptorchides; elles sont assez abondantes chez un cheval, peu nombreuses chez un second cheval, chez un âne et chez un porc; chez deux autres porcs, elles ne diffèrent en rien « quant au nombre, à la forme, à la pigmentation, à l'habitus général » des cellules interstitielles qu'on observe chez les verrats.

En 1898, nous avons étudié chez l'homme les cellules interstitielles. Entre autres résultats, nous avons montré que ces éléments étaient capables d'élaborer de la graisse et des cristalloïdes. Nous avons conclu que ces divers produits de sécrétion ne sont point des matériaux de réserve destinés à la nutrition des spermatozoïdes, puisqu'on les observe précisément dans des organes qui sont dénués de lignée séminale. A l'inverse de Mathieu et de Prenant (cité par Mathieu), mais tout comme Lubarsch, nous avons vu coexister, sur une seule et même pièce, les cristalloïdes de Reinke et ceux de Lubarsch.

Dans une note publiée dans la *Revue de chirurgie* (1900), MM. Cunéo et Lecène [3] ont repris l'étude des cellules interstitielles du testicule ectopique. Dans la première de leurs observations, ils notent simplement l'agglomération des cellules interstitielles. Dans la seconde, que nous transcrivons textuellement, ils nous disent. « Les amas de cellules interstitielles présentent les caractères suivants : leurs dimensions sont très variables, les uns ne comprenant que quelques cellules, les autres au contraire beaucoup plus volumineux. » Ces amas s'ordonnent autour des vaisseaux sanguins.

Deux faits anatomiques ont frappé ces auteurs : l'abondance des cellules interstitielles et leur systématisation périvasculaire. Ces constata-

1. 1891. Mauri. Sur la castration des chevaux cryptorchides, *Revue vétérinaire de Toulouse.*
2. 1898. Ch. Mathieu. De la cellule interstitielle du testicule, Thèse Nancy.
3. 1900. Cunéo et Lecène. Note sur les cellules interstitielles dans le testicule ectopique de l'adulte, *Revue de chirurgie.* — Voir également la note de Minervi et Rolando (1900), *Caso di retent. testis inguinales bilaterale*, Morgagni.

tions qui se rapportent à deux glandes en ectopie, servent de point de départ à des déductions sur lesquelles nous aurons à nous expliquer.

Mais ces faits sont-ils exacts? 1° Les cellules interstitielles du testicule ectopique sont-elles toujours abondantes?... Assurément non. Leur nombre n'a rien de fixe. Il oscille dans de larges limites d'un testicule à l'autre; 2° Les cellules interstitielles s'ordonnent-elles toujours autour des vaisseaux sanguins? Assurément non. Et nous avons montré, après nombre d'auteurs, que ces éléments n'ont pas, dans la glande en ectopie, une topographie aussi fixe que l'ont pensé certains histologistes. Elles se montrent tantôt ordonnées autour des vaisseaux, tantôt localisées dans le tissu conjonctif, à distance de ces mêmes vaisseaux. Aussi l'examen des faits nous a-t-il amenés à conclure « qu'on ne saurait faire de l'abondance des cellules interstitielles un des caractères majeurs de la glande en ectopie; on ne saurait non plus tirer de leur systématisation un argument en faveur de leur mode de fonctionnement ». Et nous ajoutions : « Par leur topographie, par leur structure, par leurs produits d'élaboration, les cellules interstitielles sont comparables, ou bien s'en faut, dans le testicule des adultes normaux ou cryptorchides; c'est dans la structure de l'épithélium séminal qu'il faut chercher la vraie caractéristique de la glande en ectopie » [1].

Une note de MM. Regaud et Policard, parue quelques semaines après la nôtre, se borne à confirmer, chez le porc, les faits que nous avons constatés dans l'espèce humaine.

2° *Signification des cellules interstitielles.*

Les recherches antérieures à 1895 ont surtout établi la structure de la cellule interstitielle; les travaux parus depuis le mémoire d'Hansemann ont précisé quelques points de structure; ils ont surtout tenté d'élucider la signification physiologique des cellules interstitielles.

Des observations d'Hansemann, deux faits ressortent : 1° les cellules interstitielles apparaissent chez les animaux hibernants (marmotte) quand ces animaux sont à l'état de veille, c'est-à-dire sont capables de spermatogénèse; 2° ces cellules sont abondantes chez l'homme, alors même que le sujet considéré est atteint d'une affection capable d'entraver l'élaboration des spermatozoïdes.

En 1896, Reinke décrit les cristalloïdes qui portent aujourd'hui son nom. Lubarsch spécifie que les cristalloïdes de Reinke se rencontrent seulement pendant la période d'activité sexuelle. Von Lenhossek confirme les travaux de ses deux devanciers.

1. 1901. G. Félizet et A. Branca, Sur les cellules interstitielles du testicule ectopique, *Soc. de Biologie*, 16 mars 1901.

2. 1901. Regaud et Policard, Étude comparative du testicule du porc normal, impubère et ectopique, au point de vue des cellules interstitielles, *Soc. de biologie*, 27 avril 1901.

Les faits acquis peuvent donc ainsi se résumer. Les cellules interstitielles sont bien développées chez l'adulte; elles sont bien développées chez lui, alors même que le testicule est incapable de fonctionner, et c'est chez l'adulte seulement qu'on observe, dans leur protoplasma, un produit de sécrétion cristallisé.

Il convient maintenant d'examiner quelles interprétations ont été données de ce faisceau de faits.

Hansemann déclare que la présence des cellules interstitielles n'est pas en relation avec la spermatogénèse.

Reinke considère les cristalloïdes comme des produits destinés à passer dans les lymphatiques et de là dans le sang.

Lenhossek formule une conception un peu différente. Les cellules interstitielles seraient des organes de réserve; leurs cristalloïdes seraient employés par l'organisme à édifier la lignée séminale : aussi n'en trouve-t-on plus dans le testicule, la période de fécondité une fois écoulée.

Une théorie analogue est soutenue par Plato : la graisse, cet autre produit des cellules interstitielles, pénètre dans le canalicule séminipare et doit servir, comme les cristalloïdes, à la nutrition du spermatozoïde.

En 1898, Mathieu émet, sur le fonctionnement des cellules interstitielles, une hypothèse des plus séduisantes. Admettons, dit-il, que la cellule interstitielle sécrète une substance qui cristallise quand elle est en excès; admettons que cette substance serve à nourrir la lignée séminale, « nous devrons trouver des cristalloïdes lorsque les cellules interstitielles fonctionnent et que l'utilisation de leurs produits sera moindre qu'à l'état normal (spermatogènèse diminuée ou abolie). Nous n'en trouverons pas, au contraire, quand les cellules interstitielles ne fonctionneront pas, quand la spermatogénèse sera considérable, alors même que les cellules interstitielles fonctionneraient convenablement. Nous devrons, enfin, en trouver, d'autant plus, que la différence entre les facteurs production et utilisation sera plus considérable en faveur de la production ».

Dans le cas particulier qui nous occupe, l'hypothèse de Mathieu ne répond pas à tous les desiderata. Elle ne nous explique pas pourquoi, avec des glandes stériles et des cellules interstitielles, de tous points comparables, nous trouvons des testicules qui sont les uns dénués et les autres pourvus de cristalloïdes. La consommation est nulle; la production ne semble pas varier car les îlots de cellules interstitielles sont identiques de nombre et d'aspect. Il semble donc y avoir un rapport constant entre la consommation et la production, et pourtant la constation des cristalloïdes est contingente.

« La présence des cellules interstitielles n'est pas en relation étroite avec les phénomènes de spermatogénèse », disions-nous en 1898, et nous apportions des arguments nouveaux en faveur de cette manière de voir en constatant que la graisse et les cristalloïdes, produit d'élaboration des cellules interstitielles, se retrouvent dans les testicules féconds aussi bien que dans les glandes en ectopie, et cependant, chez les ectopiques, c'est seulement à l'âge adulte, à l'âge où la spermatogénèse devrait s'ac-

complir, qu'on observe, avec leurs produits de sécrétion, les cellules interstitielles les mieux caractérisées.

Nous nous étions demandé un moment s'il ne s'établit pas une sorte de balancement dans les deux sécrétions du testicule; si la sécrétion externe (élaboration des spermatozoïdes), en disparaissant, ne laisse pas le champ libre à la sécrétion interne. L'examen des faits nous a fait, bien vite, rejeter cette hypothèse. De parti pris, nous sommes restés sur le terrain des faits, faute de trouver une explication qui nous satisfasse pleinement — et cette réserve où nous voulions rester, on nous l'a reprochée de divers côtés.

Tout en déclarant que les cellules interstitielles ont un rôle « évidemment très problématique » Cunéo et Lecène considèrent ces éléments comme les organes de la sécrétion interne. Les cellules interstitielles, disent-ils en substance, augmentent de nombre, dans la glande en ectopie et s'ordonnent autour des vaisseaux. Voilà pourquoi les dicryptorchides présentent souvent les attributs du féminisme, « indice d'une sécrétion interne » que Cunéo et Lecène déclarent insuffisante et qu'en bonne logique nous serions portés à croire exagérée, en nous en tenant aux prémisses de ces auteurs. De leurs prémisses, nous avons dit, plus haut, ce qu'il fallait penser. Ce qu'il faut penser de leur conclusion, l'avenir nous le dira, et nous ne ferons aucune difficulté à nous rallier à leur hypothèse quand ils démontreront que les attributs du féminisme s'observent dans l'ectopie chez les seuls sujets dont les glandes séminales présentent des cellules interstitielles plus abondantes que de coutume.

La thèse de Sénat n'est qu'une revue générale consacrée au tissu conjonctif du testicule. Elle n'apporte aucune donnée nouvelle à la question qui nous occupe.

Résumons-donc :

1° Chez l'enfant les cellules interstitielles sont rares et mal caractérisées.

2° Chez l'adulte, les cellules interstitielles sont toujours reconnaissables, bien que de nombre très variable. Elles élaborent des produits de sécrétion multiples, mais pour être incontestable, ce rôle sécrétoire n'en est pas moins obscur. Les faits nous ont appris que les cellules interstitielles ne sont pas en relation étroite et absolue avec la spermatogénèse; les cellules interstitielles seraient-elles donc les organes de cette sécrétion que Brown-Sequart accorde à la glande séminale? nous l'ignorons et nous l'ignorerons jusqu'au jour où, rapprochant le syndrome de la lésion, l'on établira les relations du féminisme avec les cellules interstitielles. Si cette démonstration ne peut être fournie, il y aura lieu, sans doute, d'envisager la question sous une autre face et d'en revenir, en la complétant toutefois, à l'hypothèse de Lenhossek.

Origine des cellules interstitielles.

La nature et l'origine des cellules interstitielles n'est pas moins discutée que leur signification physiologique.

Nous ne nous arrêterons pas aux hypothèses de Letzerich et d'Harwey qui font de la cellule interstitielle une cellule nerveuse, aux opinions de Ludwig et Tomsa qui les considèrent comme des leucocytes.

Après Messing et Lenhossek, Bardeleben, Bœhm et Davidoff font dériver les cellules interstitielles des cordons sexuels. Ils accordent donc à ces cellules la valeur d'un épithélium mésodermique. Étant donné que, de l'aveu de tous les auteurs, les cellules interstitielles ne se multiplient point, qu'elles sont rares, quand elles ne manquent point, dans les jeunes glandes en ectopie, qu'elles sont relativement abondantes à l'âge adulte, pour toutes ces raisons, nous ne nous rangeons point à la conception de Messing et de Lenhossek que vient d'adopter Ganfini [1].

Nous acceptons au contraire l'origine conjonctive de la cellule interstitielle affirmée par Kölliker, et soutenue, depuis, par la plupart des auteurs qui ont écrit sur la cellule interstitielle (Leydig, Ebner, Tourneux, Hansemann, Plato (1897), Friedmann (1898) [2].

Après avoir admis la nature conjonctive des cellules interstitielles qu'il a vues réunies les unes aux autres par des prolongements anastomotiques [3] Regaud abandonne tacitement sa première hypothèse [4]. Parlant des cellules interstitielles de type jeune, Sénat, dans une thèse inspirée par Regaud, écrit que « le corps de ces cellules est très nettement limité et n'est jamais muni de prolongements ». « Une chose paraît pouvoir être affirmée : c'est que les cellules interstitielles résultent de la métamorphose, de l'évolution de petites cellules mésodermiques, jeunes périvasculaires. » Mais que sont donc ces petites cellules périvasculaires? sont-ce des cellules fixes? mais l'auteur énumère une série de faits contre cette hypothèse? sont-ce des leucocytes ? l'auteur ne le dit point. « Il y aurait bien un moyen de concilier les deux hypothèses précédentes : ce serait d'admettre la provenance leucocytaire des cellules interstitielles d'une part, des cellules fixes de l'autre, aux dépens de leucocytes émigrés et fixés », mais cette manière de voir, Sénat ne se permet pas de l' « admettre sans de grandes réserves ».

Cette conception de Regaut, nous l'avons exposée, parce qu'elle est nouvelle; mais elle recule le problème qui nous occupe sans le résoudre.

Pour notre part, l'origine conjonctive de la cellule interstitielle nous semble indubitable et nous apportons en sa faveur un fait nouveau.

On sait que la membrane propre des canalicules séminipares n'est jamais pénétrée par les leucocytes. Elle forme une barrière infranchis-

1. 1902. Ganfini, *Arch. ital. de biologie*, p. 233.
2. Nous renvoyons pour cette bibliographie aux thèses de Mathieu et de Sénat.
3. 1899. Renaut, *Traité d'histologie pratique*, II.
4. 1900. *Soc. biologie*.

sable entre la cavité du canalicule et le tissu conjonctif intertubulaire.

Sur certains canalicules du testicule en ectopie, nous avons vu la membrane propre perdre son aspect lamelleux et s'épaissir en présentant une disposition fibrillaire (voir page 336). Sur des canalicules ainsi modifiés, les cellules conjonctives de la paroi propre ne sont plus aplaties. Leur corps cellulaire s'est épaissi; il est visible et s'étale entre les fibres conjonctives qu'il écarte. Loin d'être aplati et de se montrer sur les coupes transversales comme un bâtonnet clair; le noyau s'est développé; il est sphérique ou ovoïde; le nucléole est volumineux; la chromatine s'est accumulée dans sa substance. Totalement incluses dans l'épaisseur de la paroi propre, comme nous nous en sommes assurés sur les coupes en série, les cellules qui nous occupent ont la taille, le noyau rond, de siège excentrique, le protoplasma plein ou alvéolaire qui caractérise les cellules épithélioïdes. Les cellules conjonctives de la paroi ont évolué en cellules interstitielles. Et il est vraisemblable que les îlots de cellules interstitielles, qu'on trouve dans l'albuginée ou dans le corps d'Highmore, reconnaissent une pareille origine.

Nous avons eu l'occasion de dire que les éléments du tissu conjonctif testiculaire sont souvent noyés dans une substance coagulée que nous considérons comme du plasma conjonctif.

Lenhossek [1] pense (p. 78) que cette substance occupe les cavités lymphatiques du testicule.

Sénat [2] développe les idées de Regaud sur la substance coagulée. Elle « paraît être le produit de secrétion des cellules interstitielles; peut-être résulte-t-elle de leur désintégration. Son étude est encore incomplète, aussi n'insisterons-nous pas davantage sur son origine et sa signification ».

VIII. — Les premières voies d'excrétion.

Les premières voies d'excrétion du testicule sont constituées par les tubes droits, le rete vasculosum testis et les cônes efférents. Nous rattacherons l'histoire des cônes efférents à celle de l'épididyme, en raison de leur parenté de structure, et nous envisagerons seulement, ici, les tubes droits et le rete.

Rappelons que les tubes droits sont caractérisés par leur direction rectiligne, par leur étroitesse, par leur forme. Ils s'unissent au canal séminipare par un rétrécissement, dit col. A ce col succède une véritable dilatation, au delà de laquelle le tube droit garde un calibre à

1. 1897. Lenhossek, Beiträge zur Kentniss der Zwischenzellen des Hodens, *Arch. f. anat. u. phy. anat. Abth.* p. 65-85. tab. I.
2. 1900. Sénat, *loc. cit.* p. 65.

peu près invariable. La paroi du tube droit est uniquement représentée par un épithélium polyédrique. Dans la lumière de sa dilatation d'origine, fait souvent saillie, à la manière d'un bouchon, l'épithélium stratifié d'un canalicule séminipare.

Quant au rete, il occupe, disent les classiques la moitié inférieure du corps d'Highmore. Aussi ce corps d'Highmore est-il décrit comme formé de deux étages : l'étage inférieur est parcouru par les voies d'excrétion du testicule; l'étage supérieur (étage vasculaire) est traversé par des vaisseaux sanguins et lymphatiques. L'épithélium de revêtement est disposé sur un seul rang; il est polymorphe, et selon les points considérés il est cylindrique, cubique ou aplati.

Tels sont les renseignements très brefs que donnent les livres classiques des premières voies d'excrétion du testicule. Examinons comment se comportent le tube droit et le corps d'Highmore dans la glande ectopique.

a) Le corps d'Highmore est situé sur le bord supérieur du testicule, mais, parfois, nous avons vu sa partie postérieure engagée dans l'épaisseur de la glande : aussi cette partie se montre-t-elle enveloppée, de toutes parts, par le parenchyme glandulaire. On sait que cette situation centrale du corps d'Highmore est la règle chez un certain nombre de mammifères (cobaye).

De plus, le rete vasculosum testis occupe le même plan que les canaux vasculaires. Le réseau des voies d'excrétion s'intrique étroitement avec les ramifications des artères et des veines.

La gangue fibro-élastique, qui sert de soutien à l'épithélium, est constituée essentiellement par des faisceaux fibreux serrés, denses et de direction variable : à la surface de ces faisceaux sont semés, çà et là, des noyaux appartenant à des cellules fixes. Quant aux fibres élastiques, elles se disposent, comme les faisceaux fibreux, à côté desquels elles sont situées. Leur mode de répartition rappelle celui qu'on observe dans l'albuginée. On sait d'ailleurs que le corps d'Highmore représente un épaississement pur et simple de cette albuginée.

Sur la figure IV, il est possible de suivre le passage du canalicule séminifère au tube droit. La coupe passe en dehors des cavités occupant le centre des deux formations. Aux noyaux testiculaires petits et fortement colorés, succèdent brusquement des noyaux volumineux et clairs, dont le nucléole est très apparent. Au protoplasma commun de type vacuolaire, font suite des éléments volumineux dont le contour est plus ou moins circonscrit, dont le protoplasma, uniformément plein, se colore en un

rose violacé très pâle, sur les coupes teintes à l'hématéine-éosine [1].

Une paroi propre mince et lamelleuse sert de soutien aux éléments épithéliaux du canalicule séminipare. Cette gaine, nettement individualisée, disparaît au niveau des premières voies d'excrétion. L'élément épithélial revêt des cavités, toujours béantes, qui sont coulées dans une gangue massive, de nature fibro-élastique.

b) L'élément épithélial du rete se montre sous deux aspects, que relient des formes du passage. Tantôt il s'agit de cellules très aplaties qui rappellent un endothélium; ces cellules, à noyau très colorable, semblent plus ou moins fusionnées les unes avec les autres. Tantôt l'épithélium est polyédrique, à contour nettement délimité. Le noyau est clair, allongé, et souvent il se montre parcouru par des fissures ou par des plis

Sur la coupe transversale de certaines branches du rete, on voit se succéder des formes épithéliales de hauteur variable; l'épithélium pavimenteux s'interrompt brusquement, par exemple, et dans le segment du canal où ce type épithélial fait défaut, vient s'enclaver un groupe de hautes cellules. Ces cellules, nettement individualisées, se disposent en éventail, pour faire saillie dans la lumière du canal.

Cette lumière occupe toujours l'axe des branches du rete. Elle est parfois étroite quand l'épithélium est aplati; elle est large partout où l'épithélium prend le type cylindrique. Elle peut être remplie par des éléments desquamés qui sont de tous points comparables aux éléments qu'on observe dans certains tubes séminipares.

La description qui précède a trait aux observations XXXVI et XLIV, mais nous en avons contrôlé l'exactitude en reprenant l'étude du corps d'Highmore sur le matériel que nous avions utilisé pour la rédaction de notre premier mémoire.

C'est assez dire que nous ne saurions souscrire aux déclarations de MM. Monod et Arthaud qui disent que dans la seconde période de l'évolution du testicule ectopique « la sclérose périvasculaire et l'induration du corps d'Highmore viennent mettre obstacle à l'excrétion du produit de sécrétion, d'où l'infécondité sans l'atrophie » du testicule.

1. Avec l'hématéine-éosine, le protoplasma des tubes séminifères est d'un rose pur.

IX. — L'Épididyme.

Une coupe qui passe en travers de l'épididyme nous montre, à un faible grossissement, une nappe de tissu conjonctif, creusée de cavités de taille et de forme irrégulières. Ces cavités représentent la lumière du canal épididymaire; elles sont nombreuses, parce qu'elles intéressent, en divers points, le canal de l'épididyme qui est enroulé sur lui-même; elles sont de forme variée, parce que toutes ne se rapportent pas à des sections perpendiculaires au grand axe de l'épididyme.

Le diamètre du canal épididymaire varie d'un sujet à un autre. Il peut descendre à 130 μ; d'autres fois, il atteint 330 ou 340 μ. Il importe de remarquer, d'ailleurs, que, chez un même sujet, le diamètre de l'épididyme n'est pas uniforme. Nous l'avons vu sur une pièce osciller de 130 à 220 μ et sur une autre de 170 à 335 μ.

En coupe transversale, la lumière de l'épididyme est arrondie; d'autres fois, elle simule une étoile à 3, 4 ou 5 branches. Cette lumière peut mesurer 84, 120 et 160 μ sur des sections dont le diamètre respectif se chiffrait par 231, 213 et 275 μ. C'est assez dire que la lumière ne croît pas comme croît le diamètre de l'épididyme. Et cette absence de parallélisme entre la paroi et la cavité de l'épididyme est fonction d'un double fait : la musculeuse et le revêtement épithélial sont sujets, ensemble ou isolément, à de notables variations d'épaisseur.

Le tissu conjonctif où sont noyés les replis de l'épididyme, a des aspects multiples comme le tissu conjonctif du testicule. Tantôt il est constitué par du tissu conjonctif lâche; sa coupe rappelle de très près la boule d'œdème. Tantôt au contraire, il est arrivé au stade de tissu fibreux. Dans un cas comme dans l'autre, il est irrigué par de larges vaisseaux sanguins.

La couche externe de l'épididyme est constituée par des fibres lisses, disposées concentriquement. Nous avons vu ces fibres lisses réduites à 1 ou 2 assises et d'autres fois l'anneau musculaire atteint 60 ou 65 μ d'épaisseur. Parfois la musculeuse présente de légers épaississements ou des plis qui font saillie à la face interne de l'anneau musculaire. En pareil cas, le relèvement de la musculeuse n'est pas toujours accusé par l'épithélium épididymaire;

l'amincissement de la couche interne compense l'épaississement de la couche externe.

La couche interne de l'épididyme est de nature épithéliale; l'épithélium est simple ou stratifié suivant les points considérés.

L'assise cellulaire profonde est constituée par des éléments, qui reposent sur la musculeuse, et qui, d'autre part, occupent les interstices que ménagent, entre leurs pieds, les grandes cellules superficielles. Les cellules basales sont tantôt disséminées irrégulièrement, et tantôt disposées en nappe continue. Elles sont presque constantes : voilà pourquoi nous disons que l'épithélium épididymaire est stratifié.

Les cellules basales sont petites, de forme arrondie ou pyramidale; leur base est tangente à la musculeuse. Un petit noyau, arrondi



Fig. C. — Une mitose dans la couche profonde de l'épithélium épididymaire.

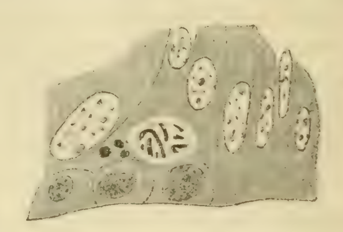


Fig. D. — Une mitose dans la partie profonde de la couche superficielle de l'épithélium épididymaire.

souvent, très riche en chromatine occupe leur centre. De loin en loin, une de ces cellules basales grossit (fig. LXXI); elle prend une forme arrondie, comprime et déforme les grandes cellules qui l'entourent. Son noyau garde le caractère des petites cellules basales; il ne présente jamais de nucléole coloré en rose, quand on fait usage de la triple coloration de Flemming. Nous ajouterons que les cellules basales, petites ou grosses se divisent par karyokinèse tout comme les cellules superficielles; ces derniers éléments ne sont donc point seuls à concourir à la régénération physiologique de l'épithélium épididymaire (figure C).

Les grandes cellules épididymaires représentent parfois, à elles seules, le revêtement de l'épididyme. Elles sont disposées sur un rang. Elles constituent donc un épithélium polyédrique simple, quand les cellules basales font défaut.

Les cellules superficielles atteignent 40 ou 45 μ de hauteur, mais leur grand diamètre peut osciller de 11 à 60 μ. Ces variations de

taille déterminent des modifications dans la forme des cellules épididymaires. Les cellules basses sont cubiques, les cellules hautes sont cylindriques, ou plutôt polyédriques. Elles ont 4, 5 ou 6 pans, de dimensions souvent inégales.

Examine-t-on le mode de répartition des deux formes cellulaires? on constate, bientôt, que certaines sections de l'épididyme ne comptent que des cellules hautes ou des cellules basses; d'autres sections, au contraire, nous montrent, réunis, les deux types cellulaires. En pareil cas, les cellules hautes se réunissent en bouquets, implantés sur toute la circonférence du canal; elles font saillie, à la manière d'un feston, dans la lumière de l'épididyme.

A un autre point de vue les cellules superficielles se répartissent en deux groupes, selon qu'elles sont, ou non, revêtues d'une garniture ciliée. Certaines sections de l'épididyme ne comprennent que des cellules simples ou des cellules ciliées. D'autres, au contraire, présentent, à la fois, les deux types cellulaires. Cellules simples et cellules ciliées s'entremêlent avec la plus extrême irrégularité.

Pour nous faire une idée précise de la structure générale de l'épididyme, nous n'avons qu'à nous reporter aux observations XLVI et XLVII.

Dans l'observation XLVII, les petits tubes ont une lumière arrondie, une musculeuse mince et d'aspect dissocié, un revêtement épithélial simple, d'égale hauteur. Ce revêtement n'est pas généralement cilié. Les tubes volumineux au contraire présentent une lumière étoilée. Ils doivent cet aspect à ce que le revêtement épithélial est de hauteur très inégale, suivant les points considérés. Les cellules épithéliales les plus basses sont aux cellules les plus hautes comme 1 est à 4. Le revêtement ainsi constitué passe sur les relèvements que présente la musculeuse sans les accuser.

On constate encore, dans l'épaisseur du revêtement épithélial, des cavités arrondies. On pourrait croire qu'il s'agit là de kystes intra-épithéliaux, analogues à ceux qu'on observe dans le mur saillant des gencives embryonnaires. L'examen des coupes en série montre, toutefois, que ces cavités représentent la section de diverticules de la lumière centrale. Ces diverticules sont obliques à la surface de la musculeuse. Quelques-uns contiennent des éléments desquamés. Ajoutons que la surface de ces diverticules est bordée d'éléments ciliés, comme la lumière du canal épididymaire qu'ils prolongent en quelque sorte.

Quelques cellules superficielles apparaissent comprimées et déformées par la croissance des éléments basaux. Leur protoplasma tantôt transparent, et tantôt opaque, présente une vague structure filaire, après les fixations à l'hermann. Quant au pôle apical de ces cellules, il est plan ou légèrement convexe. Il peut être garni de cils vibratiles.

Ces cils, parfois très courts, parfois longs de 20 à 25 μ, sont disposés parallèlement les uns à côté des autres. D'autres fois ils sont comme agglutinés, et simulent les poils d'une moustache enduite de cosmétique. Les cils vibratiles sont colorés en jaune, par l'orange, comme le protoplasma de la cellule. Ils portent à leur base un petit corpuscule, allongé en bâtonnet, que la triple coloration de Flemming teint en violet pur. En examinant ces corpuscules basaux sur des coupes tangentielles, il est facile d'étudier la disposition de l'appareil cilié. Les cils s'implantent en séries linéaires dans la partie superficielle de la cellule. Ces séries droites ou courbes sont plus ou moins parallèles entre elles. Elles sont souvent de longueur inégale. On en compte 4, 8, 10 dans un seul élément. Enfin dans chaque série les cils sont en nombre variable. On en trouve de 10 à 20 dans la figure LXXIII.

Outre les corpuscules basaux, la méthode de Flemming met en évidence des grains, un peu plus petits que ces corpuscules. Ces grains, colorés en violet, sont généralement réunis, deux à deux, dans une aréole claire du protoplasma. On les trouve au voisinage du pôle apical de la cellule et seulement dans les cellules dénuées d'appareil vibratile. Ils sont situés dans l'axe de la cellule ou se montrent, au contraire, plus ou moins rapprochés de l'une de ses faces. La ligne qui les réunit est perpendiculaire ou oblique au pôle apical de la cellule. En raison des caractères qu'ils présentent, ces grains doivent être considérés comme des centrosomes.

A côté des organes dont il vient d'être question, on trouve parfois dans la cellule épididymaire des enclaves. Ces enclaves se réunissent dans le pôle superficiel de la cellule, au-dessus du noyau. Elles sont constituées et par des gouttelettes de graisse, et par des grains colorés en rose par la safranine. Ce sont là, comme nous le verrons, des grains de sécrétion.

Le noyau de la cellule épididymaire est unique et volumineux. Il est arrondi ou ovoïde, et son grand axe est parallèle à la hauteur de la cellule, dont il occupe généralement la base. Mais on trouve

des cellules à petit noyau, des cellules à noyau apical et des cellules à noyau double. On constate parfois aussi des éléments dont le noyau est déformé par le développement d'une cellule basale. Un noyau étroit et allongé en bâtonnet, un corps cellulaire très colorable caractérisent quelques autres cellules épididymaires.

Une membrane nucléaire mince circonscrit le noyau. Dans ce noyau, on observe des grains de chromatine de taille très inégale

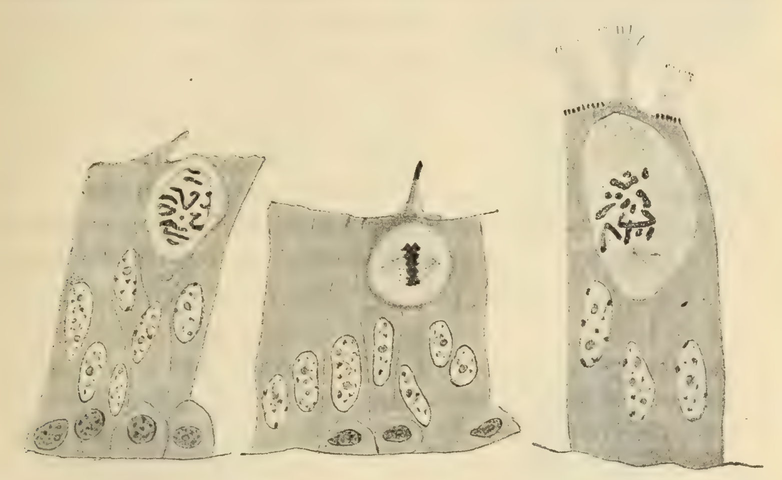


Fig. E. — Mitose de l'épithélium superficiel de l'épididyme (spirème).

Fig. F. — Mitose de l'épithélium superficiel de l'épididyme (plaque équatoriale).

Fig. G. — Mitose de l'épithélium superficiel de l'épididyme. On remarquera l'orientation et l'énorme volume de cette mitose qui pourtant a été dessinée au même grossissement que les figures E et F.

et des nucléoles que la triple coloration de Flemming teint en rose pur. Ces nucléoles, de nombre variable (1 à 5), sont volumineux, arrondis ou ovoïdes.

Il existe des noyaux étranglés en leur milieu et des noyaux porteurs d'incisures, mais nos constatations, sur ce point, ne nous permettent pas de dire s'il s'agit là, comme on l'admet généralement, de noyaux en voie d'amitose.

En revanche nous avons constaté d'une façon indiscutable, sinon fréquente, des figures karyokinétiques. Nous avons vu divers stades de la mitose et dessiné (figures E, F, G), à un même grossissement des éléments en mitose de taille très différente. Dans tous ces cas, le plan de segmentation était tel que la division donnait lieu à des cellules filles tantôt juxtaposées, tantôt superposées.

Les processus de régénération dont il vient d'être question compensent dans une certaine mesure, les phénomènes de dégénérescence dont l'épididyme est incessamment le siège.

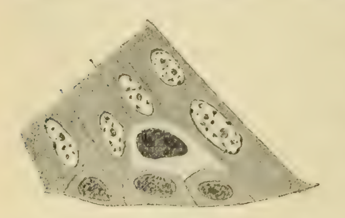


Fig. H. — Chromatolyse dans l'épithélium épididymaire.

Dans la couche profonde de l'épithélium, de petits éléments apparaissent inclus dans une cavité située entre les cellules épididymaires. Ces éléments se reconnaissent, au premier coup d'œil, à leur forme globuleuse, aux volumineux corpuscules chromatiques épars dans un cytoplasme très vivement coloré par les teintures acides. Il s'agit là de chromatolyse (fig. H).

Dans la couche superficielle de l'épithélium, il existe des cellules dont le protoplasma se teint plus énergiquement que le cytoplasme des cellules avoisinantes. Puis une partie du protoplasma de ces



Fig. I. — Une cellule superficielle de l'épididyme dont le protoplasma vivement coloré fait saillie au-dessus de la ligne que forme par leur réunion, le pôle apical des cellules épididymaires.

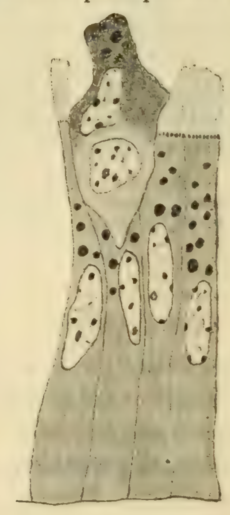


Fig. J. — Une cellule à 2 noyaux. Le noyau superficiel, et la partie superficielle du protoplasma, vivement colorée, font saillie au-dessus du plan des cellules épididymaires.

éléments déborde la ligne que constitue le pôle apical des cellules épididymaires. Il constitue un bourgeon, qui coiffe la cellule. Ce bourgeon devient de plus en plus volumineux. Il semble s'accroître aux dépens du reste de la cellule épithéliale. Finalement le noyau

passe dans le bourgeon. La cellule qui a quitté sa situation première, tombe dans la lumière du canal épididymaire.

Sur la figure J, le processus dont il vient d'être question porte sur une cellule munie de deux noyaux; le noyau superficiel est seul entouré d'une zone de protoplasma opaque, et nous nous demandons si, à la suite des mitoses épididymaires, l'une des cellules filles ne serait pas, parfois, destinée à périr.

Dans les cellules superficielles on trouve, encore, des modifications d'un type très spécial. Nombre de noyaux présentent des corpuscules qui se colorent en rouge sur les pièces fixées dans le bichromate acétique et teintes par la méthode de Rabl. Ces corpuscules prennent le rouge, parfois le jaune, exceptionnellement le violet, sur les tissus fixés dans la liqueur d'Hermann et traités par le mélange de Flemming (safranine, violet de gentiane et orange). Ils sont arrondis ou en forme de croissant, et de nombre variable (1 à 4) dans un élément donné. Leur taille n'a rien de fixe et l'on voit fréquemment des corpuscules, de taille inégale, se rassembler dans un même noyau; quelquefois même le corpuscule s'entoure d'une zone de karyoplasma nettement limitée. Le corpuscule et son enveloppe ont, jusqu'à certain point, l'aspect d'un élément cellulaire. Nous ignorons la signification de ces formations intranucléaires que nous avons observées une fois seulement, et dont l'étude mérite d'être reprise.

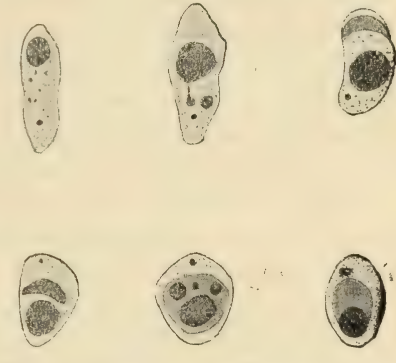


Fig. K. — Quelques noyaux de cellules épididymaires. Ces noyaux contiennent de volumineux enclaves safranophiles de forme, de taille, de siège, de rapports variables. Sur les figures 5 et 6, ces enclaves sont contenues dans une zone de kanjoplasme différentiée. On les prendrait pour de véritables cellules.

En résumé, l'épididyme est, comme le testicule, sujet à des phénomènes de dégénérescence incessants et variés. Les lésions dégénératives se passent dans l'une quelconque des assises cellulaires de l'épithélium; c'est dans l'une quelconque des assises cellulaires que doivent se passer, et que se passent, en réalité, les processus de régénération capables d'assurer l'intégrité du revêtement épithélial. Quant à l'absence de fixité qu'on constate dans

l'orientation du plan de segmentation, elle semble être un caractère commun aux épithéliums stratifiés. Nous l'avons observée dans l'ectoderme cutané, dans les dérivés ectodermiques, dans la muqueuse trachéale. Elle est la signature d'une structure cellulaire et non d'une origine blastodermique.

Pour en finir avec l'épididyme, disons que nous avons rencontré, dans sa cavité, outre les éléments dont il vient d'être question :

1° Des cellules mortes, dont le protoplasma était granuleux et le noyau ne se colorait plus;

2° Des cellules dont la chromatine était fragmentée dans un protoplasma homogène et vitreux;

3° Des grains de sécrétion provenant des cellules épididymaires. Ces grains, que nous avons observés sur deux pièces seulement, étaient situés auprès du pôle apical des cellules épididymaires. Ils étaient disposés à la file ou réunis en grappe;

4° Des corps hyalins, mais nous sommes dans l'impossibilité de dire si ces corps proviennent du testicule, ou s'ils résultent de la dégénérescence vitrée de quelques cellules épididymaires.

L'origine du déférent est marquée par un épaississement de la musculeuse; aux fibres circulaires se joignent des fibres longitudinales. Le revêtement épithélial est disposé comme dans l'épididyme, à deux différences près : les cellules superficielles sont partout ciliées et très fréquemment chargées de gouttelettes graisseuses; de plus l'épithélium repose sur un chorion fibreux qui le sépare de la musculeuse.

HISTOIRE ET CRITIQUE.

1° *Structure de l'épididyme* [1].

C'est Becker qui, en 1856, signale dans la majeure partie du canal épididymaire la présence de cils vibratiles; quelques années plus tard Kölliker fait mention de cellules ciliées et de cellules non ciliées, de cellules profondes (basales) et de cellules superficielles. Leydig (1866) décrit la musculeuse. En 1893, Hermès admet que les cellules basales ne sont pas des cellules de remplacement, parce qu'on n'y observe jamais de karyokinèse. L'année suivante Hermann nie la présence de cellules basales, et décrit la mitose des cellules superficielles, chez le cobaye et le taureau. Lenhossek (1898) fait mention chez le lapin des centrosomes

1. Pour les renseignements bibliographiques, nous nous bornons à renvoyer au travail de Henry, Fonction sécrétoire de l'épididyme chez les vertébrés supérieurs, *Arch. d'anat. microsc.*, t. III, fasc. III, 229, 1900.

et des kittlestein qui représentent le corps intermédiaire de Flemming; Zimmermann, la même année, décrit chez l'homme les centrosomes des cellules superficielles et profondes : avant ces deux auteurs, d'ailleurs, Henry avait étudié l'épididyme des mammifères. Il note, chez l'homme, la présence de tubes volumineux dont les cellules n'ont pas de cils, et de tubes étroits où les cellules sont ciliées. Il insiste sur la contingence de la garniture ciliée et montre que les corpuscules basaux sont une élaboration du cytoplasme, transitoire comme le centrosome. Il conclut à l'indépendance des corpuscules basaux et des centrosomes.

Nous avons pu voir dans l'épididyme en ectopie des cellules basales et des cellules superficielles, des cellules ciliées et des cellules sans cils. Comme les auteurs qui nous précèdent, nous avons vu chez l'homme les corpuscules basaux, les cils, les centrosomes de la cellule superficielle; nous n'avons pas réussi à colorer la « formation arciforme » dont parle Henry. A l'inverse d'Hermès et d'Henry, nous avons constaté des mitoses, d'orientation variable, dans les deux couches épithéliales de l'épididyme humain. Nous avons indiqué, enfin, divers modes de dégénérescence de la cellule épididymaire.

2° *Sécrétion de l'épididyme.*

C'est van der Stricht qui, le premier (1893), observa dans le protoplasma des cellules épididymaires des boules safranophiles qu'il interprète comme l'expression d'un processus sécrétoire. A sa suite Hermann, Schaffer, Myers-Ward font mention de granules de sécrétion. Henry décrit les stades de cette sécrétion chez le lézard (1896). Chez les mammifères, Hammar signale (1897) chez le chien, la présence de l'ergastoplasma; Henry, chez divers animaux de laboratoire et chez l'homme (1898), étudie le phénomène de la sécrétion, dont font également mention Lenhossek et Zimmermann (1898).

De plus Henry (1900) donne une preuve nouvelle de la nature glandulaire de l'épididyme; il lie ou sectionne le canal déférent chez le rat; 10 jours après la suppression du canal excréteur, l'épididyme ne présente plus de boules de sécrétion.

Nous avons dit, qu'à deux reprises, nous avions observé dans la glande en ectopie la présence de boules de sécrétion dans l'épididyme. Cette constatation ne vient nullement à l'encontre de la conception d'Henry : les conditions où nous sommes placés sont très différentes des conditions expérimentales de cet auteur. Nous étudions la glande séminale pourvue de toutes ses voies d'excrétion : Henry détruit la continuité de l'appareil d'excrétion; il examine l'épididyme isolé du reste des voies spermatiques.

III

Histogénèse du testicule ectopique.

Nous avons procédé jusqu'ici par analyse; nous avons passé en revue les phénomènes histologiques qu'on observe dans le testicule en ectopie, avant, puis après la puberté. Il importe d'examiner maintenant comment on peut comprendre et mettre en série les aspects divers que nous offre la glande, arrêtée, dans sa descente, au niveau de l'anneau inguinal.

Chez l'enfant, le revêtement épithélial ne se montre pas sensiblement différent de ce qu'il est à l'état normal. Il est d'abord formé d'ovules mâles et de petites cellules épithéliales. Plus tard, les petites cellules épithéliales représentent à elles seules tout le revêtement du canalicule.

Comment s'effectue donc le passage de ce premier à ce second stade, autrement dit, que deviennent les ovules mâles?

Avant de disparaître, nombre d'ovules mâles présentent des phénomènes de division. Cette division, que nous n'avons jamais vu s'effectuer par le mode indirect, reste incomplète. Elle porte sur le noyau, sans intéresser le corps cellulaire. Si elle donne lieu à des cellules multinucléées (groupes ovulaires de Balbiani), elle n'augmente pas le nombre des cellules de revêtement. En ce sens, elle n'est pas multiplicatrice.

A ce premier fait, nous en ajoutons un second. Qu'ils soient uni- ou multinucléés, les ovules mâles sont appelés à se desquamer dans la lumière des canalicules. C'est là qu'on les trouve, au moment où le canalicule effectue son unification cellulaire.

Tous les ovules mâles dégénèrent-ils de la sorte? Nous le croyons sans pouvoir l'affirmer avec certitude.

Dans un second stade, avons-nous dit, la paroi propre est uniquement revêtue de petites cellules épithéliales. On trouve des testicules infantiles qui, dans toute leur étendue, présentent une telle structure. Mais à l'approche de la puberté, de pareils testicules se modifient.

Comme les processus évolutifs ne s'effectuent pas simultanément sur toute l'étendue de la glande, on observe, çà et là, sur les coupes, des canalicules, isolés ou réunis en groupe, qui sont en voie de différenciation. Ces canalicules ont un aspect si particulier qu'on les reconnaît au premier coup d'œil.

Ils ont augmenté de calibre; ils viennent au contact les uns des autres, paroi contre paroi, en déterminant la régression du tissu conjonctif qui les sépare les uns des autres. Tout se passe comme dans la mamelle, au moment où se prépare la sécrétion lactée. Les acini grossissent en amenant l'atrophie de la gangue conjonctive qui, tout d'abord, constituait la majeure partie de l'organe.

Les canalicules séminipares ne deviennent pas seulement plus volumineux. Leur revêtement se différencie, et il oriente cette différenciation selon deux types différents, suivant que le canalicule tente ou ne tente pas d'édifier une lignée séminale.

Quand il ne se produit point de lignée séminale, les petites cellules épithéliales se transforment directement en cellules de Sertoli; la nappe protoplasmique qui leur est commune ne se modifie guère : elle se creusera simplement de vacuoles. Les noyaux grossissent; ils semblent s'espacer les uns des autres, du fait de la croissance du canalicule; de plus, ces noyaux voient leurs grains chromatiques se fusionner les uns avec les autres; un gros nucléole central, flanqué de corps juxtanucléolaires, se substitue aux fins corpuscules chromatiques, disséminés, jusque-là, dans l'aire du noyau; aux noyaux vivement colorés, succèdent des noyaux clairs.

Nombre des éléments sertoliens ainsi formés ne tardent pas à subir la surcharge graisseuse, la dégénérescence granuleuse, la transformation vitrée, la chromatolyse, la desquamation pure et simple. Voilà pourquoi les cellules de Sertoli sont d'autant plus rares qu'on les observe chez des sujets plus âgés; voilà pourquoi nous ne croyons pas à la fixité numérique des cellules de Sertoli.

Quand le canalicule séminipare tente d'élaborer des spermatozoïdes, les phénomènes qu'on observe à son niveau sont un peu plus complexes.

Des petites cellules épithéliales, les unes deviennent des spermatogonies, les autres se transforment en cellules de Sertoli, d'après le mode que nous venons d'indiquer. Ce stade initial de la préspermatogénèse s'observe à l'approche de la puberté. A ce moment, le revêtement du canalicule comporte deux types cellulaires; il rappelle de très près l'aspect qu'on observe chez les jeunes enfants, avant le stade d'unification cellulaire : en effet les spermatogonies ressemblent à s'y méprendre aux ovules mâles, et les jeunes cellules de Sertoli ne sont pas sans analogie avec les cellules folliculeuses.

Or, nombre de testicules possèdent deux sortes de canalicules : de ces canalicules les uns sont revêtus de cellules folliculeuses; les autres sont garnis de petites et de grosses cellules épithéliales. Les grosses cellules sont-elles des ovules mâles ou des spermatogonies ? La distinction est difficile, ou impossible, et l'on peut être embarrassé sur l'interprétation qu'il convient de donner à ces éléments volumineux. — Mais la connaissance d'un fait très simple évite toute hésitation : les tubes en tentative de spermatogénèse ont un calibre supérieur à celui des canalicules jeunes, que ces canalicules se présentent au premier ou au second stade de leur évolution.

Revenons donc à nos spermatogonies. Elles sont capables de se diviser par voie indirecte, mais le nombre de leurs karyokinèses nous échappe. Nombre d'entre elles dégénèrent. Quelques-unes seulement donnent naissance à des spermatocytes.

Les spermatocytes ainsi formés peuvent se diviser; toutefois ils n'arrivent qu'exceptionnellement au terme de leur évolution; la plupart tombent dans la lumière du tube testiculaire; et c'est là qu'on les trouve tantôt avec leur aspect normal et leurs divers organes cellulaires, tantôt plus ou moins dégénérés.

Quelques chiffres fixeront les idées. Sur les 51 testicules que nous avons examinés, nous avons trouvé 16 fois des spermatogonies, 12 fois des spermatocytes, 2 fois seulement des spermatides. Jamais nous n'avons observé de spermatozoïdes [1]. Nous conclurons donc : quand le testicule ectopique tente d'édifier une lignée séminale, on y trouve des spermatogonies, toujours; des spermatocytes, parfois; des spermatides, exceptionnellement. Les formes successives de la lignée séminale s'observent d'autant plus rarement que ces formes cellulaires sont plus rapprochées du terme de l'évolution qui est le spermatozoïde.

Il est intéressant de rapprocher ce fait d'une remarque qu'ont faite Ch. Mathieu et P. Bouin. Tout en s'étant placés dans des conditions d'observation différentes, ces deux auteurs, en étudiant le mode de régression de testicules spermatogènes, sont arrivés à

1. Quelques auteurs ont conclu à la fécondité des bi-cryptorchides. Les faits ne sont pas « rares de cryptorchide double laissant aux sujets qui en sont porteurs énergie vitale et fécondité », dit Guinard (*Soc. anat.*, 1888, t. II, p. 655); et Lucas-Championnière parle d'un ectopique qui put « faire des prouesses conjugales et devenir père de trois enfants » (*Cure radicale*, 1892, p. 242). De telles affirmations n'ont de valeur qu'autant qu'elles ont reçu le contrôle histologique — Rappelons que chez les animaux domestiques (cheval) comme chez l'homme, le testicule ectopique est généralement stérile; d'autres fois, au contraire, il serait capable d'élaborer des spermatozoïdes.

une même conclusion. Ils ont vu que « les diverses formes cellulaires qui représentaient l'épithélium séminal disparaissent successivement et par ordre, « en reproduisant en sens inverse le cycle de leur genèse ». « Les éléments qui subsistent en dernier lieu sont les cellules de Sertoli. »

HISTOIRE ET CRITIQUE.

Les travaux entrepris sur l'histogénèse du testicule ont permis d'établir et de caractériser un certain nombre de stades.

1° Tout d'abord l'épithélium germinatif, d'où dérive le testicule, est constitué par des cellules épithéliales, toutes semblables entre elles (stade d'unité cellulaire).

2° De ces cellules épithéliales, quelques-unes grossissent, deviennent globuleuses; à ce stade les cordons testiculaires contiennent deux ordres d'éléments, les petites cellules épithéliales, et les ovules mâles (stade de dualisme primitif).

3° Puis dans un troisième stade les ovules mâles prolifèrent. Ils donnent naissance à des cellules multinucléées (groupes ovulaires de Balbiani) qui disparaissent à leur tour. Le revêtement du canalicule apparaît formé seulement de petites cellules épithéliales, isomorphes. Tel est le stade d'unification cellulaire. (Prenant.)

A cette première période où rien ne fait présager l'évolution du spermatozoïde, en succède une seconde, et les stades qu'on observe dans cette seconde période sont caractérisés par l'apparition d'une lignée séminale (stade de préspermatogénèse) qui devient capable d'élaborer des spermatozoïdes (stade de spermatogénèse).

Tels sont les faits; l'interprétation de ces faits a donné lieu à deux courants d'idées opposés.

Pour la majorité des auteurs — et nous citerons seulement La Valette Saint-Georges, Meyer, Niessing, Benda, Hermann, — il y a dans le testicule deux ordres d'éléments, qui diffèrent et par leur forme, et par leur origine et par leur destinée : les ovules mâles [1], et les petites cellules épithéliales [2]. Les petites cellules épithéliales se disposent autour des ovules mâles, comme les cellules folliculeuses autour de l'oocyte; les petites cellules épithéliales se transforment en cellules végétatives [3]; les ovules mâles sont la souche de la lignée séminale [4].

Cette conception du dualisme morphologique et originel a gardé ses premiers défenseurs. Tout récemment encore A. La Valette Saint-Georges [5], Benda [6], se faisaient les champions de cette théorie.

1. Encore appelées grandes cellules sexuelles, cellules mères primordiales.
2. Encore appelées cellules folliculeuses.
3. Syn : cellules pédieuses, cellules de Sertoli.
4. Syn : cellules germinales, éléments séminaux.
5. 1898. A. La Valette Saint-Georges. Die spermatogenese bei den Saugethieren und den menschen.
6. 1897-1898. C. Benda, Ueber die spermatogenese der Vertebräten und höherer

C'est surtout en France qu'on s'est déclaré contre cette théorie dualiste.

Balbiani [1], tout d'abord, montre que les ovules mâles prolifèrent, et dégénèrent après avoir proliféré. Puis Prenant, dans sa thèse [2] et dans une série de publications, insiste à son tour sur l'unité de constitution de l'épithélium séminal. Il rappelle que dans l'épithélium germinatif, les éléments épithéliaux sont d'abord tous semblables; il montre que plus tard, après la dégénérescence des ovules mâles, il se produit une véritable unification cellulaire dans le canal séminifère; c'est aux dépens des petites cellules épithéliales isomorphes, et de même origine que se différencient à la fois les cellules de Sertoli, et les cellules séminales.

Tout récemment encore, le professeur Prenant [3], dans un article critique, précise la position qu'il a prise dans le débat. Il ne croit pas « au dualisme cellulaire à tous les mouvements de l'existence de la glande génitale. La dualité des éléments testiculaires est un fait certain que nous n'avons jamais mis en doute.... Mais il n'y a là qu'une dualité formelle et non originelle. S'il existe deux formes bien distinctes de cellules testiculaires, celles-ci ne sont génétiquement que d'une seule espèce, et le tube séminifère, pris, en dehors de toute évolution et de tout fonctionnement, se montre construit sur le plan de l'unité cellulaire. Ainsi en est-il au début de l'évolution, dans l'épithélium germinatif primitif et au début de la période de tâtonnements que j'ai nommée préspermatogénèse ».

Bouin [4] est arrivé aux mêmes conclusions, en étudiant le mode d'involution organique du testicule; il a vu, entre autres faits, le retour à l'état embryonnaire des cellules végétatives et des spermatogonies, et de ces faits il ressort « que les grandes cellules sexuelles sont les cellules sœurs et non pas les cellules mères des spermatogonies ».

En 1898, nous avons conclu, aussi, à l'unité de structure du testicule.

Le testicule ectopique constitue, en effet, un matériel de choix pour l'étude du problème qui nous occupe. On trouve des testicules qui, dans toute leur étendue, présentent des ovules mâles et des petites cellules épithéliales. Sur d'autres pièces, on assiste à la disparition régionale des ovules mâles. Sur d'autres encore, l'unification cellulaire s'est accomplie, dans toute l'étendue du testicule. Puis nous avons vu certains canalicules grandir, doubler de diamètre et présenter un revêtement composé toujours de cellules de Sertoli et parfois aussi de cellules séminales.

Cependant Loisel nous fait dire que nous voyons dans la cellule de Sertoli « la cellule souche de l'épithélium séminifère » et il ajoute « il n'y a là qu'une demi-erreur, puisque la cellule de Sertoli n'est qu'une forme de la cellule germinative [5] ».

Evertebaten; Ueber die Vegetativen Geschlechtszellen, *Verh. d. phys. ges. Berlin*, p. 385.

1. 1879. Balbiani, *Leçons sur la génération des vertébrés.*
2. 1887. Prenant. *Étude sur la structure du tube séminifère des mammifères*, Thèse Nancy.
3. 1900. Prenant. *Année biologique* (1898), p. 100.
4. 1897. Bouin, *loc. cit.*
5. 1902. *Journ. de l'anat. et de la phys.*, p. 124.

Cette « demi-erreur » qu'on nous octroie si cavalièrement, nous ne l'avons point faite, n'en déplaise à M. Loisel. S'il avait pris la peine de parcourir notre travail avant d'en parler, il aurait lu, page 635, que les petites cellules épithéliales « une fois la puberté venue se transforment in situ en cellules de Sertoli ». Il y a pour nous des petites cellules épithéliales qui n'orientent pas ainsi leur évolution, car nous avons soin d'ajouter, quelques lignes plus loin : « Pendant que la majorité des éléments du testicule prend le type de cellules de Sertoli, quelques canalicules tentent de différencier leur épithélium : leurs cellules se transforment en spermatogonies, etc. ».

Et cette erreur, appelons-la par son nom, que nous prête gratuitement M. Loisel, il n'est pas sans gaieté de la trouver dans ses écrits. « A la fin de l'hiver, nous dit-il, les noyaux de Sertoli entrent de nouveau en activité pour reformer l'épithélium séminifère [1] » !

Nous avons cru devoir distinguer deux types, dans les atrophies testiculaires d'origine ectopique : les atrophies primitives et les atrophies secondaires.

On serait en droit de soupçonner celles-là toutes les fois qu'un testicule est de petite taille, toutes les fois que ses canalicules sont plus rares et plus grêles que ceux qu'on rencontre à l'état normal. L'étude du tissu conjonctif vient confirmer cette manière de voir. Les atrophies primitives de l'enfance sont encore, et surtout, caractérisées par une surabondance de tissu conjonctif telle, que l'aspect de l'organe est défiguré au point de rendre difficile sa diagnose histologique[2]. Quand vient l'âge adulte, l'atrophie primitive donne probablement naissance à ces testicules minuscules, à ces haricocèles qu'ont signalés quelques auteurs, mais c'est là de notre part une pure hypothèse : les pièces que nous avons étudiées ne nous ont pas permis d'élucider ce point intéressant. Nous nous demandons, toutefois, si notre observation XXXI où les tubes séminipares sont remarquablement rares, ne doit pas être rapportée à ce type histologique. Le tissu conjonctif n'y est pas très développé, mais ce tissu est peut-être entré en régression au moment où les canalicules ont augmenté de volume.

Dans les atrophies secondaires, le testicule ectopique est d'abord

1. 1901. *Soc. de Biologie*, p. 836.

2. Nous ne saurions donc souscrire à l'affirmation de M. Sébilleau : « ni en apparence, ni en réalité, un jeune testicule ectopique n'est sérieusement endommagé ». Les faits sont contraires à cette conclusion. Tout ce qu'on peut affirmer, c'est que des testicules des enfants ectopiques les uns sont « de magnifique apparence », tandis que les autres sont déjà profondément atrophiés.

difficile à distinguer du testicule scrotal du même sujet; ses épithéliums « ne semblent pas loin de pouvoir fonctionner »; c'est tout au plus si la trame intertubulaire est parfois légèrement augmentée de volume. Vienne la puberté, les tubes grandissent, les épithéliums se transforment en cellules de Sertoli; les cellules interstitielles apparaissent et grandissent, le tissu conjonctivo-vasculaire, refoulé, demeure peu abondant et ne change pas d'aspect. Dans cette atrophie secondaire qui accompagne ou suit la puberté, la lésion porte avant tout sur les épithéliums.

Cette distinction, que nous avions établie, des atrophies primitives propres à l'enfance et des ectopies secondaires n'a pas toujours été bien comprise.

M. Sébilleau[1] nous fait dire en l'exposant : chez l'enfant « cette prolifération conjonctive est diffuse et périvasculaire », or l'atrophie conjonctive ne saurait être à la fois diffuse et périvasculaire, à la fois diffuse et systématisée. Et il ajoute : « chez l'adulte, la prolifération conjonctive est en quelque sorte localisée et péricanaliculaire; elle détermine une atrophie secondaire; les lésions sont d'abord parenchymateuses ». Or nous avons montré que l'atrophie secondaire de l'adulte est caractérisée non point par une « prolifération conjonctive » mais par une lésion épithéliale.

En résumé, M. Sébilleau semble croire que nous considérons l'atrophie primitive et l'atrophie secondaire, comme deux stades d'un même processus; au premier stade, la prolifération conjonctive serait diffuse, au second elle serait péricanaliculaire. Il n'en est rien; atrophie primitive ou conjonctive, atrophie secondaire ou épithéliale, ce sont là pour nous deux formes anatomiques, irréductibles l'une à l'autre; l'une est précoce; elle apparaît à l'enfance, l'autre est tardive, elle appartient à l'âge adulte. Et c'est en nous plaçant à un point de vue très général que nous avons pu dire, « ces altérations nous apparaissent de prime abord comme profondément différentes de siège et de nature », « ce sont pourtant de proches parentes puisqu'elles reconnaissent une même origine. L'arrêt de développement qui les provoque l'une et l'autre atteint un seul feuillet embryonnaire, et celui-là seulement qui fournit les éléments de la reproduction et la trame qui les soutient ».

1. 1901. Sébilleau, *Traité de chirurgie de Le Dentu et Delbet,* t. VIII, p. 31.

IV

Les sécrétions orchi-épididymaires.

Le testicule n'est pas seulement l'organe où s'élaborent les spermatozoïdes. C'est encore une glande et une glande complexe, en ce sens que ses produits de sécrétion sont multiples.

Ces produits prennent naissance, comme nous l'avons vu, dans le testicule, dans les cônes efférents, dans l'épididyme.

A. — Dans le testicule, les sécrétions s'observent et dans l'épithélium séminal, et dans les cellules interstitielles.

1° L'épithélium séminal élabore de la graisse et des cristalloïdes.

a) Cette graisse, signalée d'abord par Ebner, Neumann, serait constituée pour Brown par un mélange de corps gras et d'albuminoïdes. Regaud semble aussi considérer la sécrétion, qu'il colore par la méthode de Weigert, comme un produit complexe dont la graisse constitue la partie « la plus stable et la moins mobile » et Broman [1] confirme une pareille description (1901).

Il existe donc de la graisse dans l'épithélium séminal. Cette graisse existe soit à l'état de pureté, soit à l'état de combinaison.

Nous doutons que les histologistes, qui se sont occupés de la question, aient étudié les réactions différentes qu'affecte la graisse, sous ces deux états. Il serait intéressant de reprendre sur le testicule les travaux de Nerking. Cet auteur a donné récemment les caractères différentiels des graisses pures et des graisses combinées à la mucine, à la globuline, à la gélatine, etc. Ces dernières, seules, résistent à l'action dissolvante de l'éther, mais elles sont décomposées par la digestion peptique [2].

Quel que soit son état chimique, la graisse est élaborée, de toutes pièces, par l'épithélium séminal pour certains auteurs. Elle provient des cellules interstitielles pour Plato et Regaud; Friedmann se range à une opinion éclectique : la graisse est sécrétée, tout d'abord, par l'épithélium sexuel, qui plus tard l'emprunte aux cellules interstitielles.

Regaut se fait l'interprète de l'opinion courante en écrivant (1900). La graisse est destinée « à nourrir les cellules séminales et aussi à fournir un milieu liquide où doivent vivre les spermatozoïdes ».

Cependant Beissner fait des réserves sur cette signification de la graisse. Nous avions noté, autrefois, que la graisse peut être fort abondante sur les testicules [3] stériles des ectopiques. Depuis (1901) Regaud

1. 1900. Broman, *Arch. f. mikr. anat.*, t. LIX.
2. 1901. Nerking, *Skand. Arch. f. phys.*, p. 330.
3. Cette graisse se retrouverait dans le sperme des ectopiques à côté de cristaux aciculés très fins sur lesquels Bezançon ne donne aucun détail.

est revenu sur sa précédente conclusion. Il trouve le produit de sécrétion dans le testicule impubère et dans le testicule ectopique du porc. Il admet aussi « l'indépendance relative de la fonction sécrétoire et de la fonction spermatogène ».

b) Les cristalloïdes du tube séminipare, trouvés par Lubarsch, ont été observés par Mathieu et par nous dans le testicule ectopique. Mathieu regarde ces cristalloïdes comme « représentant dans la liqueur séminale, la substance élaborée par les cellules interstitielles ». Aussi doit-on les trouver quand la spermatogénèse se ralentit ou quand elle disparaît.

2° Trois produits de sécrétion principaux tirent leur origine de la cellule interstitielle : le pigment, la graisse, les cristalloïdes de Reinke.

a) Découvert par Leydig et Kölliker, le pigment des cellules interstitielles a été bien étudié par Tourneux. Entre autres faits, cet auteur établit que le pigment se développe au cours de l'évolution et qu'il prend deux formes bien différentes : la forme diffuse et la forme cristalline (1879). Dix-huit ans plus tard, Plato admet que le pigment peut se transformer en graisse. Selon le siège de la graisse et du pigment, il oppose les glandes génitales à nutrition épithéliale (rat) [1] aux glandes à nutrition interstitielle (chat) [2].

b) Depuis Leydig et Kölliker, tous les auteurs qui ont écrit sur les cellules interstitielles y ont signalé la présence de gouttelettes graisseuses. Nombre d'entre eux (Plato, Friedmann) pensent que la graisse doit servir à la nutrition de l'épithélium séminal; Regaud admet de plus qu'une partie du produit de sécrétion se déverse également dans les vaisseaux sanguins et lymphatiques (1900).

Mais nous avons montré (1898) que la graisse est souvent abondante dans le testicule des ectopiques; Regaud a fait pareille constatation (1901). Comme nous, il croit donc à une « indépendance relative entre les cellules interstitielles et la spermatogénèse ».

c) En découvrant les cristalloïdes qui portent son nom, Reinke émet l'idée que ces cristalloïdes sont des produits destinés à être repris par les lymphatiques et à être versés dans le sang. Lubarsch retrouve ces cristalloïdes dans une série de testicules, les uns sains, les autres malades. Lenhossek, enfin, pense que ce sont là des matériaux utilisés par l'organisme pour édifier la lignée séminale : aussi n'en trouve-t-on plus, la période de fécondité une fois écoulée.

A l'encontre de Lenhossek, nous avons constaté les cristalloïdes de Reinke dans les glandes adultes de sujets ectopiques; à l'encontre de Prenant et de Mathieu, nous avons vu coexister les cristalloïdes de Lubarsch et ceux de Reinke.

1. Graisse et pigment se localisent dans l'épithélium séminal.
2. Graisse et pigment s'élaborent dans les cellules interstitielles.

B. — Les voies d'excrétion du testicule sont, comme le testicule lui-même, le siège de processus sécrétoires.

1° On sait que Schaffer (1892) et Hammar (1897) attribuent une fonction sécrétoire aux cryptes des cônes efférents, et Hammar étend même cette fonction à l'épithélium de revêtement épididymaire.

2° Nous avons déjà passé en revue les travaux entrepris sur les sécrétions épididymaires. Nous avons vu que l'on y décrit actuellement des gouttelettes graisseuses des grains de sécrétion safranophiles.

Ebner, depuis 1888, considère l'épididyme « comme destiné à fournir des matériaux nécessaires aux spermatozoïdes durant leur séjour et leur passage dans l'épididyme ». Et quand van der Stricht a mis en évidence la fonction glandulaire de l'épididyme, jusqu'alors hypothétique, il s'est rangé à la même interprétation. Bornons-nous à rappeler que la sécrétion épididymaire s'observe quelquefois dans les glandes stériles des ectopiques.

3° Quant au produit de sécrétion que Myers-Ward [1] retrouve dans le déférent de nombre d'animaux nous n'avons pas eu l'occasion de le rechercher chez l'homme, mais nous avons vu souvent de la graisse infiltrer les épithéliums de ce canal.

Tels sont les faits qu'il était nécessaire de réunir pour se faire une idée synthétique de la sécrétion orchi-épididymaire, chez les mammifères.

Les divers produits d'élaboration des glandes séminales, que nous avons étudiés, se groupent sous trois chefs : ils sont constitués par de la graisse (et du pigment), par des cristalloïdes et par des grains safranophiles.

Nous n'avons pas qualité pour préciser la nature chimique de ces divers produits. C'est en restant sur le « terrain histologique » que nous remarquons que certains de ces produits apparaissent à la puberté pour disparaître à la vieillesse. Ils sont propres à la période de spermatogénèse.

Mais on n'en est pas resté là : du fait précis à l'hypothèse, il n'y avait qu'un pas, et, ce pas, la plupart des auteurs l'ont franchi en affirmant que les divers produits de sécrétion sont destinés à assurer la nutrition des spermatozoïdes.

Les recherches entreprises sur des glandes anormales [1], et, en particulier, sur les glandes des ectopiques ont montré que les diverses sécrétions persistaient dans le testicule de l'adulte, alors même que ce testicule était stérile ou voué à la stérilité. Dire que la fonction

1. Voir les travaux de Hansemann, Plato, etc., cités dans notre premier mémoire.

sécrétoire du testicule est indépendante de la spermatogénèse, c'est énoncer le même fait, sous une autre forme. Ce n'est pas élucider le rôle des sécrétions orchi-épididymaires.

Ce rôle, affirmé par certains auteurs en raison de faits dûment constatés, contredit par d'autres au nom d'observations non moins précises, nous paraît encore singulièrement obscur. Mais peut-être les contradictions des auteurs sont-elles plus apparentes que réelles.

Les sécrétions orchi-épididymaires apparaissent, pour la plupart, au moment de la puberté. Si la glande fonctionne normalement, ces sécrétions sont utilisées à assurer la nutrition des spermatozoïdes. Que la glande soit stérile au contraire? les éléments sécréteurs n'en existent pas moins. Ils travaillent sans que leurs produits de sécrétion soient régulièrement utilisés. Ils ont alors la signification d'organes représentatifs.

C'est un lieu commun de rappeler que la fonction crée l'organe, que la fonction disparue, l'organe disparaît. Cette régression d'ailleurs est souvent incomplète. Elle ne se fait que lentement, au cours d'une longue suite de générations. Voilà pourquoi peut-être les éléments sécréteurs du testicule et de l'épididyme, différenciés pour subvenir à un besoin, survivent à ce besoin comme survit la glande pinéale à la disparition de sa fonction visuelle.

Résumé. — Conclusions.

La membrane propre des tubes séminipares est représentée par des cellules et par des lamelles de substance conjonctive.

Les cellules, comprimées entre les lamelles, sont aplaties et de forme polygonale. Leur noyau très aplati est semé de granulations chromatiques fines et serrées ; il renferme un petit nucléole arrondi.

Les lamelles sont disposées concentriquement. Un étroit interstice les sépare généralement les unes des autres, et cet interstice est exceptionnellement traversé par des ponts anastomotiques. Il arrive parfois que la lamelle la plus externe se dissocie; en pareil cas, sa substance se continue soit avec le tissu conjonctif ambiant, soit encore avec la lamelle la plus externe d'un canalicule voisin.

Quand la paroi propre épaissie subit la dégénérescence vitrée, on voit le processus débuter par la lamelle la plus interne et se propager progressivement de dedans en dehors; la substance conjonctive se gonfle d'abord et prend un aspect homogène et transpa-

rent; puis les noyaux pâlissent, perdent leur contour net; finalement ils disparaissent dans la nappe hyaline qui s'est substituée aux lamelles concentriques.

D'autres fois, la paroi propre s'épaissit; elle n'est plus lamelleuse, mais fibrillaire. Les fibrilles qui la composent ne sont plus ordonnées autour de la lumière du canalicule; elles sont réparties en faisceaux, irrégulièrement contournés. Quant aux cellules endothéliales de la paroi, elles se transforment en cellules interstitielles.

Le revêtement épithélial du tube testiculaire est d'abord constitué par des ovules mâles et de petites cellules épithéliales. Puis, après avoir montré une exaltation passagère de leur activité reproductrice, marquée par la prolifération des noyaux, les ovules mâles disparaissent. A elles seules, les cellules folliculaires représentent, dès lors, tout le revêtement du canalicule séminipare. C'est d'elles que proviennent et les cellules de Sertoli, et les éléments de la lignée séminale.

Les cellules de Sertoli affectent plusieurs types. Tantôt elles sont unies par leur protoplasma; tantôt, au contraire, elles sont nettement individualisées; elles sont alors ou largement écartées ou pressées les unes contre les autres, à la façon de l'épithélium intestinal. Leur corps cellulaire est muni de corpuscules hématéiphiles, d'aspect varié. Ces corpuscules sont peut-être constitués par des albuminoïdes en voie de transformation graisseuse.

Les noyaux sertoliens présentent un polymorphisme qui n'est pas moins remarquable que celui du corps cellulaire. Les réactions colorantes du karyoplasma, la disposition des nucléoles et des corps juxtanucléolaires sont sujettes à de fréquentes variations.

Nombre de cellules de Sertoli sont appelées à dégénérer. Leurs noyaux présentent parfois les phénomènes de pycnose ou du carryorexis; leur corps cellulaire peut s'infiltrer de graisse, subir la dégénérescence adipeuse, la dégénérescence granuleuse, ou la transformation hyaline. La cellule finit par tomber dans la cavité du tube séminifère.

Que cette desquamation porte sur une cellule isolée, ou sur un groupe de cellules voisines les unes des autres, il n'en résulte pas moins que le nombre des cellules de Sertoli va diminuant sans cesse : les amitoses des noyaux sertoliens ne sont pas assez nombreuses, en effet, pour combler les pertes que subit sans cesse l'épithélium de revêtement.

Un jour vient où cet épithélium finit par disparaître; ce phénomène s'observe fréquemment sur les canalicules dont la paroi propre présente une zone hyaline très développée. Il marque le prélude de la disparition d'un certain nombre de canalicules.

A côté des cellules de Sertoli, qui sont constantes, le testicule ectopique essaie parfois d'édifier une lignée séminale.

En pareil cas on trouve des spermatogonies toujours, des spermatocytes parfois, des spermatides exceptionnellement.

Des diverses formes cellulaires de la lignée séminale, celles-là s'observent donc le plus souvent qui sont les plus éloignées du terme de leur évolution normale. Et cette constatation n'a rien qui doive nous étonner : la dégénérescence qui frappe les éléments d'une génération donnée, restreint d'autant le nombre des éléments appelés à donner naissance à la génération suivante.

Le stroma conjonctif qui constitue le milieu où évoluent les tubes séminipares renferme, chez l'homme adulte, des mastzellen et des cellules interstitielles.

Ces cellules, de nombre très variable, dans le testicule ectopique, sont loin d'affecter une ordonnance étroite vis-à-vis des vaisseaux sanguins. Leur structure est subordonnée au stade d'évolution auquel on les observe. Leurs produits d'élaboration ne diffèrent point dans les glandes fécondes et dans les testicules stériles des ectopiques.

Bien que la cellule interstitielle sécrète et prenne l'aspect épithélioïde, elle n'est pourtant qu'une cellule conjonctive modifiée, et dans la paroi épaissie de certains canalicules, on peut suivre la transformation de la cellule endothéliale en cellule interstitielle.

Le corps d'Highmore occupe le bord supérieur du testicule, mais sa partie postérieure est parfois enclavée dans l'épaisseur de la glande. Il est représenté par une gangue fibro-élastique au sein de laquelle s'intriquent étroitement le rete vasculosum testis et les canaux vasculaires. Cette gangue sert de soutien à l'épithélium polymorphe, qui constitue, à lui seul, la paroi des premières voies d'excrétion.

L'épididyme est de structure identique dans le testicule normal et dans le testicule ectopique. Tous les détails de fine structure, qu'on observe sur celui-ci, se retrouvent sur celui-là. Cils, corpuscules basaux, centrosomes, grains de sécrétion safranophiles, gouttelettes adipeuses sont d'une démonstration aisée, avec la triple coloration de Flemming.

Certaines des cellules épididymaires disparaissent par chromatolyse ou par desquamation. Le remplacement de pareils éléments est assuré par des mitoses de régénération. Ces mitoses ne sont soumises à aucune loi. Leur siège varie, comme varie la direction de leur plan de segmentation.

Par leur topographie, par leur structure, par leurs produits d'élaboration, les voies d'excrétion sont identiques dans le testicule des sujets normaux ou cryptorchides. C'est dans la structure de l'épithélium séminal qu'on trouve, chez l'adulte, la vraie caractéristique de la glande en ectopie.

Explication des planches.

Toutes les figures ont été projetées à la chambre claire
et dessinées sur la table de travail.

Planche VIII.

Fig. I. — Section transversale d'un canalicule séminipare impubère. La membrane propre P, très mince, donne insertion à de petites cellules épithéliales, E, à protoplasma commun. Ces cellules sont munies de noyaux les uns clairs, les autres vivement colorés; tous ces noyaux possèdent plusieurs nucléoles. Le centre du canalicule est occupé par une lumière étroite et irrégulière (Stiassnie, obj. 1/18, ocul. 1).

Fig. II. — Section transversale d'un canalicule séminipare adulte. La paroi propre est épaissie; des cellules de Sertoli reposent sur elle. Les noyaux de ces cellules, colorés par l'hématéine-éosine, étaient les uns roses, les autres violets (même grossissement).

Fig. III. — Section tangentielle de la paroi propre. Les noyaux endothéliaux, avec leur chromatine pulvérulente, et leur nucléole, N (Zeiss, obj. imm. 2,0, ouv. 1/30, ocul. 6), représenté ici un peu trop volumineux.

Fig. IV. — La terminaison du canal séminifère et l'origine du tube droit (ce dernier vu sur une section tangentielle). Le canal séminipare, S, avec ses noyaux fortement colorés plongés dans une nappe protoplasmique commune, se continue brusquement avec le tube droit. Ce tube, T. D, qui, non loin de son origine, porte un rétrécissement, R, se reconnaît à ses noyaux volumineux et clairs, à ses éléments nettement individualisés (Stiassnie, obj. 8, ocul. 1).

Fig. V. — Cellules de Sertoli à protoplasma nettement individualisé. On notera dans une aréole claire du cytoplasme supra-nucléaire, la présence de petits grains C souvent disposés par couples, et colorés en violet par l'hématéine (Stiassnie, obj. 1/18, ocul. 1).

Fig. VI. — Même objet. La coupe est oblique et montre la forme polyédrique des cellules de Sertoli (même grossissement).

Fig. VII. — Quelques types de noyaux de la cellule de Sertoli; *b*, noyau avec son nucléole; *c*, noyau avec nucléole et corps juxta-nucléolaire; *d*, noyau avec cloison de refend; *a*, noyau avec incisure; *e*, noyau de forme irrégulière (Stiassnie, obj. 1/18, ocul. 6).

Fig. VIII. — Quelques cellules de Sertoli à protoplasma nettement circonscrit. Corpuscules situés sur le bord de la cellule en *a*, dans la zone de cytoplasme supranucléaire en *c*, et disposés en deux groupes en *e*. Gros corpuscules hématéiphiles situés à la surface de la cellule en *b*, et dans l'aire cytoplasmique en *d*; en *f*, quatre corpuscules, de taille variable, dans une aréole claire du protoplasma (même grossissement).

Planche IX.

Fig. IX. — Segment d'un canalicule. La paroi propre commence à subir la dégénérescence vitrée. Nombre de cellules de Sertoli contiennent de la graisse; l'une d'entre elles a son noyau en pycnose (Stiassnie, obj. 1/18, ocul. 1).

Fig. X. — Canalicule dont la paroi propre épaissie a subi la dégénérescence vitrée. Le canalicule s'est aplati et sa lumière est réduite à une simple fissure (même grossissement).

Fig. XI. — Canalicule dont la paroi propre épaissie a pris l'aspect moiré. Les cellules endothéliales de la paroi propre commencent à évoluer en cellules interstitielles (Verick, obj. 4, ocul. 3).

Fig. XII. — Même objet. Trois cellules interstitielles dans l'épaisseur de la membrane propre (Zeiss, obj. immers. ocul. 6).

Fig. XIII. — Bouchon cellulaire constitué par des cellules de Sertoli d'aspect normal (Zeiss, obj. immers., ocul. 6, Stiassnie).

Fig. XIV. — Bouchon cellulaire constitué par des cellules de Sertoli à protoplasma opaque. Trois noyaux sont vivement colorés (Stiassnie, obj. 1/18, ocul. 1).

Fig. XV. — Bouchon cellulaire. A la partie supérieure de la figure, un noyau sertolien à contour déchiqueté; à la partie inférieure un spermatocyte desquamé. Un des noyaux sertoliens est coiffé par une masse chromatique. Cette masse qui lui forme calotte, représente peut-être le reste d'un noyau sertolien dégénéré (Zeiss, obj. immers., ocul. 6).

Fig. XVI. — Dégénérescence granuleuse des cellules de Sertoli. Le protoplasma est bourré de granulations albuminoïdes; ces granulations confluent pour former des boules de plus en plus volumineuses. Certains noyaux sont en voie de dégénérescence (même object., ocul. 1, Stiassnie).

Fig. XVII. — Corps concentrique, flottant dans la lumière d'un canalicule. Ce corps concentrique est entouré d'une couronne de cellules sertoliennes, nettement individualisées (Stiassnie, obj. 1/18, ocul. 1).

Fig. XVIII. — Corps concentrique bicentré passant à frottement dans un canalicule réduit à sa paroi propre (ce corps, dessiné au même grossissement que la figure 17, a été réduit de 1/3 pour pouvoir entrer dans la planche).

Planche X.

Toutes ces figures ont été dessinées avec l'immersion de Zeiss et l'oculaire compensateur 6 du même constructeur.

Fig. XIX. — Ovule mâle desquamé avec ses cinq noyaux.

Fig. XX. — Spermatogonie géante. Autour du noyau il n'existe pas de protoplasma individualisé. A droite et à gauche, deux noyaux sertoliens de taille très inégale.

Fig. XXII à XXIV. — Spermatogonies.

Fig. XXV. — Grosse spermatogonie avec ses centrosomes et des corps chromatiques situés dans le corps cellulaire.

Fig. XXVI. — Deux spermatogonies. Comparer la chromatine des noyaux avec le noyau de la spermatogonie de la figure XX.

Fig. XXVII. — Spermatogonie avec son protoplasme réticulé (chien).

Fig. XXVIII à XXX. — Mitoses des spermatogonies.

Fig. XXXI. — Une spermatogonie à deux noyaux.

Fig. XXXII, XXXIII. — Début de la chromatolyse des spermatogonies.

Fig. XXXIV. — Début de la chromatolyse sur une spermatogonie binucléée.

Fig. XXXV. — La chromatine d'une spermatogonie, rassemblée en un bloc massif.

Fig. XXXVI à XL. — Fragmentation et disparition de la chromatine dans le corps cellulaire.

Fig. XLI. — Dégénérescence granuleuse d'une spermatogonie. La chromatine résolue en grains est éparse dans le corps cellulaire.

Fig. XLII. — Fragment d'un canalicule en tentative de spermatogénèse. S^1, spermatogonies; S^2, spermatocytes; Σ, cellules de Sertoli.

Fig. XLIII. Même objet. Les spermatocytes sont disposés sur deux rangées.

Fig. XLIV. — Synapsis d'un spermatocyte.

Fig. XLV à XLVII. — Spermatocytes desquamés.

Fig. XLVIII. — Diaster d'une cellule desquamée. La chromatine est disposée en anneau.

Fig. XLIX à LI. — Autres éléments desquamés avec leurs centrosomes. Sur les figures XLIX et L', les centrosomes sont réunis par une centrodesmose.

Fig. LII. — Fragment d'un canalicule en tentative de spermatogénèse. S^1, spermatogonie; S^2, spermatocyte; $S^3\,a$, spermatide à noyau polaire; $S^3\,b$ le noyau de la spermatide fait saillie en dehors du corps cellulaire; $S^3\,c$, début de la transformation en spermatozoïde; Σ, noyau d'une cellule de Sertoli dont le protoplasma est bourré de graisse.

Fig. LIII à LVI. — Spermatides desquamées.

Fig. LVII, LVIII. — Spermatides desquamées, à noyaux multiples.

Fig. LIX, LX. — Autres éléments desquamés.

Planche XI.

Fig. LXI. — Les cellules de Sertoli et les cristalloïdes de Lubarsch (même grossissement).

Fig. LXII à LXIV. — Cellules interstitielles (même grossissement).

Fig. LXV. — Deux cellules interstitielles à protoplasma alvéolaire. La cellule de gauche contient des cristalloïdes. Cette figure, dessinée au même grossissement que les trois figures précédentes, a été réduite de moitié.

Fig. LXVI. — Cristalloïdes des cellules interstitielles (même grossissement).

Fig. LXVII. — Quelques cellules interstitielles, avec des noyaux porteurs d'incisures, ou d'étranglements (Stiassnie, obj. 1/18, ocul. 3).

Fig. LXVIII. — Coupe d'un fragment de testicule infantile à un faible grossissement, pour montrer l'énorme développement du tissu conjonctif périlobulaire P et intralobulaire I (Verick, obj. 4, ocul. 1).

Fig. LXIX. — Un des canaux du rete à épithélium polyédrique (Stiassnie, obj. 8, ocul. 1).

Fig. LXX. — Quatre autres branches du rete à épithélium aplati. Sur la plus inférieure de ces branches, un groupe de hautes cellules disposées en éventail (même grossissement).

Fig. LXXI. — Épithélium épididymaire avec une cellule profonde volumineuse, B; deux cellules sont munies de centrosomes C; les corpuscules basaux sont bien visibles sur les cellules ciliées (Zeiss, immersion et ocul. comp. 6).

Fig. LXXII. — Épithélium épididymaire. Des cellules sans cils s'intercalent entre des cellules ciliées (même grossissement).

Fig. LXXIII. — Coupe tangentielle de l'épithélium épididymaire pour montrer le mode d'insertion des cils (même grossissement)[1].

1. Les résultats du présent mémoire ont été publiés dans une série de notes préliminaires :

I. *Sur les cellules interstitielles du testicule ectopique* (*C. R. Soc. de biologie*, 16 mars 1901).

II. *Sur les épithéliums du testicule ectopique* (*C. R. Soc. de biologie*, 26 avril 1901).

III. *Les fibres élastiques du testicule ectopique* (*C. R. Soc. de biologie*, 26 avril 1901).

IV. *Dégénérescence de la paroi propre et des cellules de Sertoli dans le testicule ectopique* (*C. R. de l'Association des Anatomistes*, 1902).

V. *Origine des cellules interstitielles du testicule* (*C. R. Soc. de biologie*, 12 juillet 1902).

VI. *La Spermatogénèse dans le testicule ectopique* (*C. R. Soc. de biologie*, 12 juillet 1902).

VII. *Dégénérescence des cellules de Sertoli dans le testicule ectopique* (*C. R. Soc. de biologie*, 19 juillet 1902).

VIII. *Les voies d'excrétion du testicule ectopique* (*C. R. Soc. de biologie*, 19 juillet 1902).

IX. *Phénomènes de dégénérescence et de régénération dans l'épithélium épididymaire* (*C. R. Soc. de biologie*, 26 juillet 1902).

LA SUGGESTIBILITÉ DANS LA FATIGUE

Par Ch. FÉRÉ
Médecin de Bicêtre.

La suggestibilité est la capacité d'accepter une idée communiquée directement ou indirectement, par la parole, par le geste ou par une excitation sensorielle quelconque. La suggestibilité varie avec les individus et chez le même individu suivant les circonstances. C'est en réalité un phénomène normal qui n'a rien à faire avec la pathologie provoquée de l'hypnotisme dont il peut aider à comprendre quelques manifestations. La suggestibilité est intéressante en elle-même, non seulement au point de vue théorique de la psychologie, mais encore au point de vue pratique de l'hygiène et de la morale et par conséquent de l'éducation[1]. On n'a la preuve de l'existence de la suggestibilité que lorsque les idées imposées s'objectivent par des actes; et on ne peut mesurer la suggestibilité que si on peut peser ces actes.

Les excitations sensorielles[2] ont des effets très différents suivant qu'elles agissent sur un sujet au repos ou sur un sujet fatigué. Avant d'arriver à l'inexcitabilité, la fatigue passe par une période d'excitation croissante; il était légitime de supposer que ce qui arrive pour les excitations sensorielles peut arriver pour les représentations, pour les images.

Les images motrices sont particulièrement propres à mettre la suggestibilité en évidence : on connaît bien la fréquence de la contagion des gestes aussi bien chez les gens normaux que chez le malades. Il est possible de mesurer les effets de la suggestion par les images motrices.

L'expérience est conduite de la manière suivante. Le sujet, l'auteur, est en position dans l'appareil de contention de l'ergo-

1. A. Binet, *La suggestibilité*, in-8, 1900.
2. Ch. Féré, Les variations de l'excitabilité dans la fatigue, *L'Année psychologique*, 1901, p. 69.

graphe de Mosso, tout prêt à soulever chaque seconde un poids de trois kilogrammes avec un médius. Un entraîneur est placé dans la même attitude à côté de lui et un peu en avant. Au signal du début du travail, l'entraîneur exécute, avec le même médius auquel n'est attaché aucun poids, des mouvements alternatifs de flexion et d'extension au rythme indiqué par le métronome qui bat 120 fois par minute (60 soulèvements par minute). Le sujet suit de l'œil avec soin dans leurs différents temps les mouvements de l'entraîneur.

Les résultats de l'entraînement sont très différents suivant les conditions dans lesquelles on le pratique.

La suggestion avant le travail produit des effets variables suivant sa durée et suivant l'état du sujet.

En général une suggestion préalable de quelques secondes, même après un repos complet, produit une légère exaltation. Mais dès qu'on la prolonge de plus de 30 secondes, elle peut produire une diminution du travail. La représentation mentale du mouvement fatigue comme le mouvement réel. C'est un fait que j'ai déjà relevé antérieurement [1].

Les expériences suivantes sont bien probantes à cet égard. La suggestion a été pratiquée pendant une minute avant le premier ergogramme. On a travaillé ensuite par séries de 4 ergogrammes séparées par des repos de 5 minutes, les ergogrammes de chaque série étant séparés par des repos d'une minute seulement. Le rapport du travail de chaque série est établi par comparaison au travail de la première série exécutée un matin à la même heure après un repos complet et sans aucune circonstance troublante.

EXPÉRIENCE I. — *Médius droit. Suggestion pendant 15 secondes avant le travail.*

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal (22,50).
		1re série (après suggestion).		
3,21	66	9,63	4,86	
1,79	38	5,37	4,71	
1,66	36	4,98	4,61	
1,51	33	4,53	4,57	
		24,51		108,93

1. Note sur la valeur mécanique de la représentation mentale du mouvement, *C. R. Soc. de biol.*, 1900, p. 37. — Études expérimentales sur le travail chez l'homme et

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal (22,14).
		2e série (sans suggestion).		
2,66	58	7,98	4,41	
1,52	34	4,56	4,47	
1,42	29	3,96	4,50	
1,15	25	3,45	4,60	
		19,95		86,66
		3e série (sans suggestion).		
2,32	48	6,96	4,83	
1,48	30	4,44	4,93	
1,05	22	3,15	4,77	
0,94	20	2,82	4,70	
		17,37		77,20
		4e série (après suggestion).		
3,44	72	10,52	4,77	
1,95	44	5,85	4,43	
1,86	44	5,58	4,22	
1,73	40	5,19	4,32	
		26,94		119,73
		5e série (sans suggestion).		
0,51	11	1,53	4,63	
0,29	8	0,87	3,62	
0,27	7	0,81	3,85	
0,22	6	0,66	3,66	
		3,87		17,28
		6e série (sans suggestion).		
0,36	8	1,08	4,50	
0,20	7	0,60	2,85	
0,23	7	0,69	3,28	
0,16	5	0,48	3,20	
		2,85		12,66
		7e série (5 minutes après l'ingestion de 0gr,01 de narcéine, sans suggestion).		
3,48	83	10,44	4,19	
2,02	49	6,06	4,12	
1,56	36	4,68	4,33	
1,28	28	3,84	4,57	
		25,02		111,20
		8e série (sans suggestion).		
0,24	6	0,72	4,00	
0,15	5	0,45	3,00	
0,12	4	0,36	3,00	
0,11	3	0,44	3,66	
		1,86		8,26

sur quelques conditions qui influent sur sa valeur, *Journ. de l'anat. et de la phys.*, 1901, p. 74.

Si nous comparons la première série de cette expérience, dont le premier ergogramme a été seul précédé d'une suggestion de 15 secondes, à la première série de l'expérience prise comme témoin (exp. VIII), faite aussi le matin à la même heure après un repos complet, mais sans suggestion, nous voyons que tandis que le premier ergogramme de l'expérience actuelle gagne 1,58 p. 100; le deuxième, 15,48; le troisième, 18,57 et le quatrième, 8,63. Nous remarquons que, à l'exception du quatrième ergogramme, le bénéfice croît à mesure qu'on s'éloigne de la suggestion. Nous trouvons la progression plus régulière encore en comparant la 4e série de l'expérience actuelle, où la même suggestion a été mise en jeu sur le sujet déjà fatigué, à la première : le bénéfice croît régulièrement : 7,16 pour le premier ergogramme, 8,95 pour le second, 12,04 pour le troisième, 14,56 pour le quatrième.

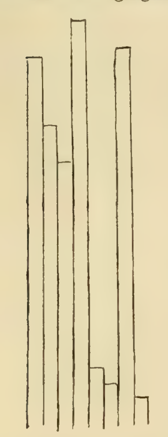


Fig. 1. — Représentation proportionnelle du travail des 8 séries de l'expérience I.

Exp. II. — *Médius gauche, suggestion pendant 15 secondes avant le travail.*

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal (15,15).
—	—	—	—	—
		1re série (après suggestion).		
2,92	55	8,76	5,30	
1,39	29	4,17	4,79	
1,06	25	3,18	4,24	
0,92	23	2,76	4,00	
		18,87		124,45
		2e série (sans suggestion).		
1,67	32	5,01	5,21	
0,82	18	2,49	4,55	
0,69	17	2,07	4,05	
0,54	15	1,62	3,60	
		11,16		73,99
		3e série (sans suggestion).		
1,17	26	3,51	4,50	
1,02	24	3,06	4,25	
0,65	15	1,95	4,33	
0,46	12	1,38	3,83	
		9,90		65,34

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal (15,15).
		4e série (après suggestion).		
3,03	68	9,09	4,45	
1,30	35	3,90	3,71	
0,79	22	2,37	3,59	
0,74	20	2,22	3,70	
		17,58		116,03
		5e série (sans suggestion).		
0,37	11	1,11	3,36	
0,25	7	0,75	3,57	
0,31	8	0,93	3,87	
0,19	7	0,57	2,71	
		3,36		22,17
		6e série (sans suggestion).		
0,28	7	0,84	4,00	
0,26	7	0,78	3,71	
0,21	6	0,63	3,50	
0,13	4	0,39	3,25	
		2,64		17,42
		7e série (5 minutes après 0,01 de narcéine).		
2,70	55	8,10	4,90	
0,59	14	1,77	4,21	
0,41	11	1,23	3,72	
0,15	5	0,45	3,00	
		11,55		76,23
		8e série (sans suggestion).		
0,22	6	0,66	3,66	
0,16	6	0,48	2,66	
0,17	6	0,51	2,83	
0,08	3	0,24	2,66	
		1,89		12,40

Si nous comparons la première série de cette expérience II à la première série d'une expérience témoin du médius gauche, faite aussi après un repos complet mais sans suggestion, et donnant un travail total de 15 kilogrammètres 15 (exp. IX), nous voyons que, tandis que le premier ergogramme de l'expérience actuelle gagne 16,14 p. 100, le second gagne 32,38, le troisième, 29,26, le quatrième, 26,02. Le bénéfice croît pour les deux premiers ergogrammes puis il décroît un peu. En comparant la 4e série avec la première série de l'expérience actuelle nous voyons que le

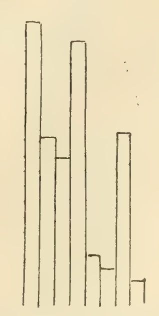


Fig. 2. — Représentation proportionnelle du travail des 8 séries de l'expérience II.

bénéfice est très faible (3,76 p. 100) pour le premier ergogramme de la 4e série, et qu'il y a une perte irrégulière dans les suivants : 6,48 p. 100 pour le second, 25,48 pour le troisième, 19,58 pour le quatrième.

Exp. III. — *Médius droit, suggestion pendant une minute avant le travail.*

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal (22,14).
		1re série (après suggestion).		
0,57	13	1,71	4,38	
0,33	9	0,99	3,66	
0,21	8	0,75	3,12	
0,16	6	0,48	2,66	
		3,93		17,75
		2e série (sans suggestion).		
1.87	41	5,61	4,56	
0,94	20	2,82	4,70	
0,86	19	2,58	4,52	
0,82	18	2,46	4,55	
		13,47		60,89
		3e série (sans suggestion).		
1,02	22	3,06	4,63	
0,40	11	1,20	3,63	
0,24	8	0,72	3,00	
0,22	8	0,66	2,75	
		5,64		25,47
		4e série (sans suggestion).		
0,44	11	1,32	4,00	
0,29	9	0,87	3,22	
0,35	10	1,05	3,50	
0,26	8	0,78	3,25	
		4,02		18,15
		5e série (sans suggestion).		
0,48	12	1,44	4,00	
0,32	9	0,96	3,55	
0,21	7	0,63	3,00	
0,15	6	0,45	2,50	
		3,48		15,72
		6e série (sans suggestion).		
0,30	8	0,90	3,75	
0,18	6	0,54	3,00	
0,15	6	0,46	2,50	
0,15	5	0,45	3,00	
		2,30		10,38

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal (22,14).
—	—	—	—	—
		7e série (sans suggestion).		
0,38	10	1,14	3,80	
0,27	7	0,71	3,85	
0,20	7	0,60	2,85	
0,21	7	0,63	3,00	
		3,08		13,50
		8e série (sans suggestion).		
0,24	8	0,72	3,00	
0,19	6	0,57	3,16	
0,16	5	0,48	3,20	
0,14	5	0,42	2,80	
		2,19		9,89
		9e série (sans suggestion).		
0,29	8	0,87	3,62	
0,17	6	0,51	2,83	
0,13	5	0,39	2,60	
0,11	5	0,33	2,20	
		2,10		9,48

La 10e série est immédiatement précédée de la suggestion pendant une minute.

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal (22,50).
—	—	—	—	—
		10e série (après suggestion).		
3,51	88	10,53	3,98	
2,07	51	6,21	3,98	
1,67	41	5,01	4,07	
1,47	38	4,41	3,86	
		26,16		118,15
		11e série (sans suggestion).		
0,23	7	0,69	0,69	
0,15	5	0,45	3,00	
0,11	4	0,33	2,75	
0,08	4	0,24	2,00	
		1,71		7,72

Le travail des neuf premières séries de cette dernière expérience n'est que de 40 kil. 21 tandis que dans toutes les expériences où on a fait neuf séries sans aucune intervention il a varié de 143 à 150.

L'expérience suivante est particulièrement intéressante parce

qu'elle a été troublée par une circonstance accidentelle qui a mis en lumière deux faits confirmatifs des observations antérieures. Après une suggestion d'une minute avant la 1re série d'ergogrammes, on observait une incapacité de travail analogue à celle de l'expérience précédente. Au commencement du troisième repos de 5 minutes un employé de l'hospice entra dans le laboratoire pour me donner des explications à propos d'une réclamation que j'avais faite la veille. Il s'agissait d'un fait qui ne pouvait guère provoquer chez moi qu'une émotion peu intense, que je spécifierai pourtant pour éclaircir le jugement du lecteur. Le transport dans les asiles de provinces des aliénés non visités par leur famille doit se faire par des infirmiers des services auxquels ils appartiennent et qui les connaissent. On avait manqué à cette règle en se servant de personnes étrangères au service des aliénés et même étrangers aux hôpitaux. La protestation contre cet abus, qui ne me touchait pas personnellement et fut exprimée sans troubler les intervalles du travail pendant le 3e grand repos, les repos intermédiaires de la 4e série et pendant le 4e grand repos, a suffi à déterminer une excitation oscillante, mais persistante, qui a augmenté considérablement le travail. Dans cet état d'excitation, une nouvelle suggestion de une minute avant la 10e série a provoqué une dépression du travail analogue à celle qui est provoquée pour une suggestion de même durée à l'état de repos.

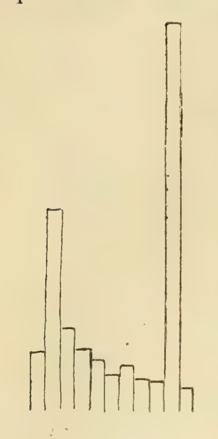


Fig. 3. — Représentation proportionnelle du travail des 11 séries de l'expérience III.

Exp. IV. — *Médius gauche; suggestion pendant une minute avant le travail de la 1re série.*

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal (15,54).
		1re série (après suggestion).		
0,52	17	1,56	4,33	
0,28	9	0,84	3,11	
0,17	6	1,02	2,83	
0,13	5	0,39	2,60	
		3,81		24,51

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal (15,54).
—	—	—	—	—
		2e série (sans suggestion).		
0,33	10	0,99	3,30	
0,18	6	0,54	3,00	
0,20	7	0,60	2,85	
0,15	6	0,45	2,50	
		2,18		14,02
		3e série (sans suggestion).		
0,47	12	1,41	3,91	
0,34	10	1,02	3,40	
0,18	7	0,54	2,57	
0,14	6	0,42	2,33	
		3,39		21,81
		4e série (sans suggestion, irritation psychique).		
1,54	32	4,62	4,81	
0,94	22	2,82	4,27	
0,85	18	2,49	4,61	
0,67	15	2,01	4,46	
		11,94		70,39

Disparition de l'agent provocateur de l'irritation psychique.

		5e série (sans suggestion).		
0,48	12	1,44	4,00	
0.37	11	1,11	3,36	
0,27	8	0,81	3,37	
0,24	8	0,72	3,90	
		4,08		26,25
		6e série (sans suggestion).		
0,86	17	2,58	5,05	
0,87	17	2,51	5,11	
1,83	39	5,49	4,69	
1,19	26	3,57	4,57	
		14,15		91,05
		7e série (sans suggestion).		
1,50	29	4,50	5,17	
1,41	30	4,23	4,70	
0,75	17	2,25	4,41	
0,90	20	2,70	4,50	
		13,68		88,03
		8e série (sans suggestion).		
2,49	53	7,47	4,67	
1,26	30	3,78	4,20	
1,11	26	3,33	4,26	
0,89	20	2,67	4,45	
		17,25		111,00

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal (22,50).
—	—	—	—	—
		9e série (sans suggestion).		
2,46	51	7,38	4,82	
1,37	30	4,11	1,56	
1,25	28	3,75	4,46	
0,94	23	2,82	4,08	
		18,06		116,20
		10e série (suggestion pendant une minute avant le travail).		
0,42	11	1,26	3,81	
0,14	5	0,42	2,80	
0,10	4	0,30	2,50	
0,11	4	0,33	2,75	
		2,31		14,86
		11e série (sans suggestion).		
2,45	48	7,35	5,10	
1,48	35	4,44	4,82	
1,29	30	3,87	4,30	
1,04	24	3,12	4,33	
		18,78		120,46
		12e série (sans suggestion).		
2,24	49	6,72	4,57	
1,03	24	3,09	4,29	
0,88	21	2,64	4,19	
0,62	16	1,86	3,87	
		14,41		92,08

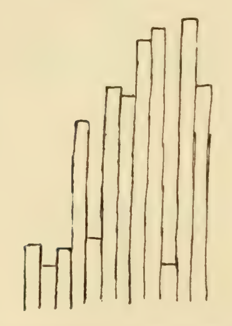


Fig. 4. — Représentation proportionnelle du travail des 12 séries de l'expérience IV.

Le relèvement d'un travail sous l'influence d'une excitation psychique sera rendu plus évident par la comparaison avec l'expérience suivante, qui n'a pas été troublée.

Exp. V. — *Médius gauche; suggestion pendant une minute avant le travail de la 1re série.*

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal.
		1re série (après suggestion).		
0,27	7	0,81	3,85	
0,21	7	0,63	3,00	
0,20	7	0,60	2,85	
0,16	6	0,48	2,06	
		2,52		16,20
		2e série (sans suggestion).		
0,32	9	0,96	3,55	
0,24	8	0,72	3,00	
0,19	6	0,57	3,16	
0,16	5	0,48	3,20	
		2,73		17,56
		3e série (sans suggestion).		
0,22	7	0,66	3,14	
0,18	6	0,54	3,00	
0,15	5	0,45	3,00	
0,12	4	0,36	3,00	
		2,01		12,93
		4e série (sans suggestion).		
0,21	7	0,63	3,00	
0,19	6	0,57	3,16	
0,15	6	0.45	2,50	
0,15	5	0,45	3,00	
		2,10		13,51
		5e série (sans suggestion).		
0,20	6	0,60	3,33	
0,14	5	0,42	2,80	
0,14	5	0,42	2,80	
0,10	5	0,30	2,00	
		1,74		11,19
		6e série (sans suggestion).		
0,19	6	0,57	3,16	
0,15	5	0,45	3,00	
0,12	5	0,36	2,40	
0,11	4	0,33	2,75	
		1,71		11,00
		7e série (sans suggestion).		
0,18	6	0,54	3,00	
0,15	5	0,45	3,00	
0,11	4	0,33	2,75	
0,11	4	0,33	2,75	
		1,65		10,61

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal (22,50).
—	—	—	—	—
		8e série (sans suggestion).		
0,21	6	0,63	3,50	
0,11	5	0,33	2,20	
0,11	4	0,33	2,75	
0,07	3	0,21	2,33	
		1,50		9,65
		9e série (sans suggestion).		
0,17	6	0,51	2,83	
0,11	4	0,33	2,75	
0,09	4	0,27	0,25	
0,09	4	0,27	2,25	
		1,38		8,88
		10e série (après 1 minute de suggestion).		
2,56	55	7,68	4,65	
0,80	19	2,40	4,21	
0,68	18	2,04	3,77	
0,71	18	2,13	3,94	
		14,25		91,69
		11e série (sans suggestion).		
0,27	8	0,81	3,37	
0,27	7	0,81	3,85	
0,15	6	0,45	2,50	
0,10	4	0,30	2,50	
		2,37		15,25
		12e série (sans suggestion).		
0,15	5	0,45	3,00	
0,14	5	0,42	2,80	
0,08	4	0,24	2,00	
0,07	3	0,21	2,33	
		1,32		8,49

Cette expérience concorde avec l'avant-dernière pour montrer que la suggestion au repos est une cause de fatigue tout comme la représentation mentale du mouvement. Sous l'influence d'un court repos de 5 minutes, l'effet du travail mental peut s'atténuer et on peut observer une légère recrudescence du travail musculaire ; mais les effets de la fatigue ne disparaissent pas. Quand on a travaillé avec la suggestion, on ne peut plus travailler sans suggestion. Quand la fatigue s'est affirmée, la suggestion préalable reprend son efficacité.

Fig. 5. — Représentation proportionnelle du travail des 12 séries de l'expérience V.

Les neuf premières séries donnent un travail total de 17,34 bien inférieur au travail normal.

Ces expériences éclairent celles que nous avons rapportées antérieurement sur la valeur mécanique des représentations mentales et qui avaient été faites au cours de la fatigue. On y voyait que la représentation préalable du mouvement modifie la courbe ergographique en supprimant la montée graduelle de la mise en train [1]. Quand le sujet est déjà fatigué, les premiers soulèvements ergographiques sont moins élevés : ils s'élèvent graduellement. La représentation préalable supprime cette montée c'est-à-dire qu'elle remplace efficacement un certain nombre de soulèvements réels ; en même temps la valeur du travail diminue. On peut d'ailleurs démontrer plus clairement encore la valeur de la représentation par l'expérience suivante.

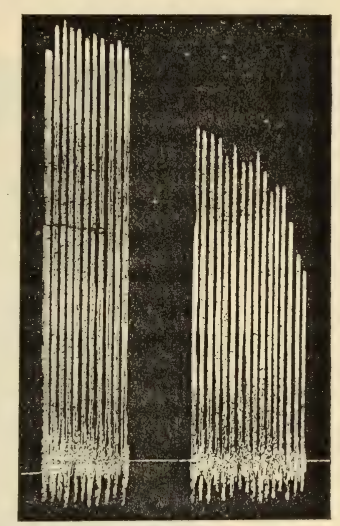


Fig. 6. — Ergogramme interrompu par des représentations homochrones du mouvement.

On travaille à l'ergographe au rythme ordinaire (60 soulèvements par minute) ; à un signal donné, lorsque les soulèvements se sont déjà abaissés sous l'influence de la fatigue, on cesse les tractions et on se représente les mouvements adaptés à la traction avec l'énergie nécessaire pour soulever le poids connu ; à un autre signal, on reprend les tractions réelles. L'ergogramme montre (fig. 6) qu'à la reprise les soulèvements se sont abaissés en suivant la ligne de descente du premier groupe de soulèvements. La courbe de fatigue n'a pas été interrompue quand les représentations ont remplacé les soulèvements ; par conséquent, les représentations n'ont pas interrompu l'accumulation de la fatigue. Le travail est moindre quand il a été interrompu par des représentations, parce que la représentation du mouvement nécessite un travail cérébral plus intense que le mouvement réel.

1. La valeur mécanique de la représentation mentale du mouvement, *C. R. Soc. de biol.*, 1900, p. 737, *Journ. de l'anat.*, 1901, p. 74.

On se rend bien compte des effets de la représentation sur la fatigue si on compare un ergogramme interrompu par des représentations à un ergogramme exécuté avec un ralentissement du rythme au cours du travail (fig. 7). Le ralentissement du rythme produit un relèvement des soulèvements, tandis que la suspension remplacée par des représentations laisse s'accentuer la décroissance propre à la fatigue.

Si la suggestion, au lieu d'être faite une fois seulement avant le

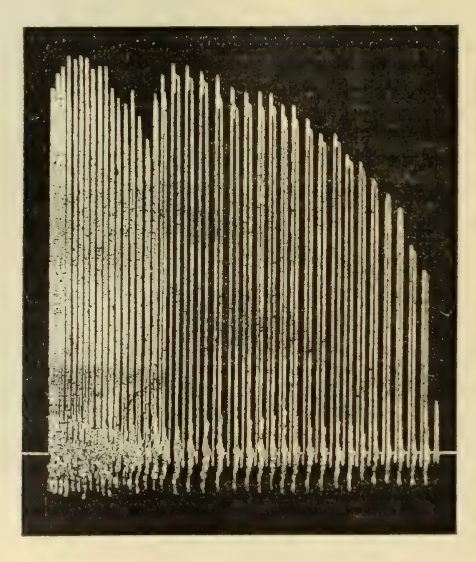


Fig. 7. — Ergogramme dont les premiers soulèvements sont exécutés chaque seconde et les suivants toutes les deux secondes.

commencement du premier ergogramme, commence avec le travail, dure jusqu'à l'épuisement, et recommence avec chaque ergogramme de la première série, elle produit une dépression du travail. Une seconde série sans suggestion après le repos ordinaire de cinq minutes peut donner un travail surnormal; mais si on continue à faire des séries alternativement avec suggestion et sans suggestion on voit que les séries sans suggestion décroissent constamment; tandis que les séries avec suggestion croissent pendant un certain temps puis décroissent lentement.

Exp. VI. — *Médius droit.*

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal (22,50).
		1re série (avec suggestion).		
2,49	51	7,47	4,88	
1,20	25	3,60	4,08	
0,73	16	2,19	4,56	
0,42	10	1,29	4,30	
		14,55		64,48
		2e série (sans suggestion).		
3,44	74	10,52	4,64	
1,85	42	5,55	4,40	
1,67	36	5,01	4,63	
1,38	31	4,14	4,45	
		25,02		111,20
		3e série (avec suggestion).		
4,00	85	12,00	4,70	
2,29	48	6,87	4,77	
1,88	41	5,64	4,58	
1,55	34	4,65	4,55	
		29,16		129,60
		4e série (sans suggestion).		
0,55	14	1,65	3,92	
0,29	9	0,87	3,22	
0,19	7	0,57	2,71	
0,17	6	0,51	2,83	
		3,60		16,00
		5e série (avec suggestion).		
4,58	101	13,74	4,53	
2,77	64	8,51	4,32	
1,80	42	5,40	4,28	
1,27	29	3,81	4,37	
		31,26		138,93
		6e série (sans suggestion).		
0,37	11	1,11	2,81	
0,21	8	0,63	2,62	
0,19	7	0,57	2,71	
0,14	5	0,42	2,80	
		2,73		12,57
		7e série (avec suggestion).		
0,99	21	2,97	4,71	
0,70	16	2,10	4,37	
0,57	13	1,71	4,38	
0,31	8	0,93	3,86	
		7,71		34,26
		8e série (sans suggestion).		
0,23	7	0,69	3,28	
0,19	6	0,57	3,16	
0,16	5	0,48	3,20	
0,16	6	0,48	2,66	
		2,22		9,86

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal (22,50).
—	—	—	—	—
		9e série (avec suggestion).		
0,63	14	1,89	4,50	
0,44	11	1,32	4,00	
0,52	12	1,56	4,72	
0,43	10	1,29	4,30	
		6,06		26,93
		10e série (sans suggestion).		
0,20	6	0,60	3,32	
0,14	5	0,42	2,80	
0,15	5	0,45	3,00	
0,12	4	0,36	3,00	
		1,83		8,13
		11e série (avec suggestion).		
0,44	16	1,32	2,75	
0,73	18	2,19	4,05	
0,63	15	1,89	4,20	
0,54	14	1,62	3,85	
		7,02		31,20
		12e série (sans suggestion).		
0,21	7	0,63	3,00	
0,14	5	0,42	2,80	
0,09	4	0,27	2,25	
0,08	4	0,24	2,00	6,93
		1,56		

Fig. 8. — Représentation proportionnelle du travail des 12 séries de l'expérience VI.

La dernière suggestion a été faite par une autre personne. Bien que le premier ergogramme de la série ait été troublé par un acci-

dent de l'appareil, l'ensemble du travail indique une recrudescence.

Malgré la suggestion les neuf premières séries ne donnent qu'un travail de 122,31 au lieu de 143 à 150 à l'état normal.

Exp. VII. — *Médius gauche.*

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal (15,15).
		1re série (avec suggestion).		
2,04	45	6,12	4,53	
1,02	25	3,06	4,08	
0,70	19	2,10	3,68	
0,39	10	1,17	3,90	
		12,45		82,17
		2e série (sans suggestion).		
1,25	35	3,75	3,56	
0,37	12	1,11	3,08	
0,33	10	0,99	3,30	
0,33	10	0,99	3,30	
		6,84		45,14
		3e série (avec suggestion).		
2,95	65	8,85	4,53	
1,27	31	3,81	4,09	
1,14	32	3,42	3,56	
0,99	27	2,97	3,66	
		19,05		125,67
		4e série sans suggestion).		
0,23	8	0,69	2,75	
0,21	8	0,63	2,62	
0,15	6	0,45	2,50	
0,17	5	0,51	3,40	
		2,28		15,04
		5e série (avec suggestion).		
3,28	74	9,84	4,43	
1,32	32	3,96	4,12	
1,33	33	3,99	4,33	
1,02	26	3,06	3,92	
		20,85		137,62
		6e série (sans suggestion).		
0,21	7	0,63	3,00	
0,09	5	0,27	1,80	
0,10	4	0,30	2,50	
0,09	5	0,27	1,80	
		1,47		9,70

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal (15,15).
—	—	—	—	—
		7e série (avec suggestion).		
2,96	64	8,88	4,62	
1,57	38	4,71	4,13	
1,17	30	3,51	3,90	
1,27	34	3,81	3,73	
		20,91		138,01
		8e série (sans suggestion).		
0,21	7	0,63	3,00	
0,09	5	0,27	1,80	
0,10	4	0,30	2,50	
0,08	4	0,24	2,00	
		1,44		9,50
		9e série (avec suggestion).		
2,20	54	6,60	4,07	
1,00	24	3,00	4,16	
0,42	41	1,26	3,81	
0,17	6	0,51	2,83	
		11,37		75,04
		10e série (sans suggestion).		
0,14	5	0,42	2,80	
0,07	4	0,21	1,75	
0,05	3	0,15	1,66	
0,04	3	0,12	1,33	
		0,90		5,94
		11e série (avec suggestion).		
0,92	21	2,76	4,38	
0,54	13	1,62	4,15	
0,50	11	1,50	4,54	
0,18	6	0,54	3,00	
		6,42		42,37
		12e série (sans suggestion).		
0,13	5	0,39	2,60	
0,06	3	0,18	2,00	
0,06	3	0,18	2,00	
0,05	3	0,15	1,66	
		0,90		5,94
		13e série (avecsuggestion).		
0,54	15	1,62	3,53	
0,48	11	1,44	4,00	
0,74	19	2,22	3,89	
0,49	14	1,47	2,57	
		6,75		44,55

La dernière suggestion a été faite par une autre personne. Il ne s'est produit aucun accident d'expériences et cependant la recru-

descence s'est montrée encore plus tardivement que l'expérience précédente.

Le travail des neuf premières séries est de 90 kg. 66.

Dans une même expérience on voit nettement, pendant une première période, l'effet de la suggestion augmenter dans les séries successives, tandis que la fatigue se manifeste d'une manière croissante dans le travail intermédiaire exécuté sans suggestion. Cependant dans des expériences différentes on ne voit pas toujours les effets de la suggestion s'accentuer quand on la fait agir après un travail plus prolongé : c'est que, malgré les précautions prises, le sujet n'est pas tous les jours à la même heure exactement dans les mêmes conditions physiologiques.

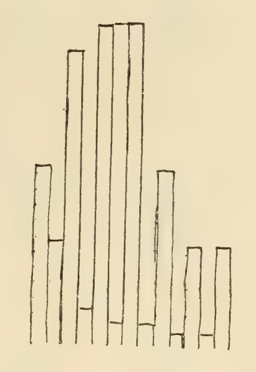


Fig. 9. — Représentation proportionnelle du travail des 13 séries de l'expérience VII.

Dans l'expérience VIII le médius droit gagne 11 p. 100 par la suggestion à la 4e série, tandis que dans l'expérience suivante le médius gauche gagne 21 p. 100. Dans l'expérience X, le médius droit gagne 23 p. 100 par la suggestion à la 5e série, tandis que dans l'expérience suivante le médius gauche ne gagne que 9 p. 100.

Exp. VIII. — *Médius droit.*

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal.
		1re série (sans suggestion).		
3,16	65	9,48	4,86	
1,55	35	4,65	4,42	
1,40	29	4,20	4,82	
1,39	30	4,17	4,63	
		22,50		100
		2e série (sans suggestion).		
2,79	58	8,37	4,81	
1,51	31	4,53	4,87	
1,39	28	4,17	4,96	
1,26	27	3,78	4,66	
		20,85		92,66

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal (22,50).
—	—	—	—	—
		3e série (sans suggestion).		
2,79	60	8,37	4,65	
1,37	31	4,11	4,11	
0,83	18	2,49	4,61	
0,89	19	2,67	4,68	
		17,64		78,40
		4e série (avec suggestion).		
4,08	94	12,24	4,34	
1,39	30	4,17	4,63	
1,43	32	4,29	4,46	
1,42	31	4,26	4,58	
		24,96		110,95
		5e série (sans suggestion).		
0,47	12	1,41	3,91	
0,26	7	0,78	3,71	
0,24	7	0,72	3,42	
0,19	6	0,57	3,16	
		3,48		15,46
		6e série (avec suggestion).		
3,93	95	11,79	4,13	
1,74	41	5,22	4,24	
1,79	44	5,37	4,06	
1,28	29	3,84	4,42	
		26,22		116,53
		7e série (sans suggestion).		
0,39	9	1,17	4,33	
0,20	6	0,60	3,33	
0,18	6	0,54	3,00	
0,17	5	0,51	3,40	
		2,82		12,53
		8e série (avec suggestion).		
4,04	118	12,12	3,42	
1,78	48	5,34	3,70	
1,87	46	5,61	4,06	
1,45	38	4,35	3,81	
		27,42		121,86
		9e série (sans suggestion).		
0,18	6	0,54	3,00	
0,12	4	0,36	3,00	
0,10	4	0,30	2,50	
0,08	3	0,24	2,66	
		1,44		6,40

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal (22,50).
		10e série (avec suggestion).		
1,68	40	5,04	4,20	
0,93	23	2,79	4,04	
0,46	12	1,38	3,83	
0,21	7	0,63	3,00	
		9,84		43,73
		11e série (sans suggestion).		
0,14	5	0,42	2,86	
0,10	4	0,30	2,50	
0,06	3	0,18	2,00	
0,04	3	0,12	1,33	
		1,02		4,53

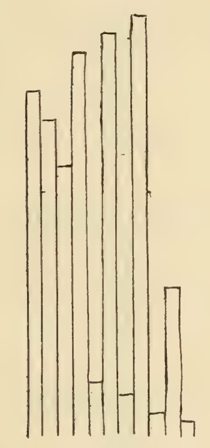


Fig. 10. — Représentation proportionnelle du travail des 11 séries de l'expérience VIII.

Le travail total des neuf premières séries est de 147,33, c'est-à-dire dans les limites du travail normal, 143 à 150.

Exp. IX. — *Médius gauche.*

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal.
		1re série (sans suggestion).		
2,45	52	7,35	4,71	
1,05	27	2,15	3,88	
0,82	21	2,46	3,90	
0,73	18	2,19	4,05	
		15,15		100

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal.
—	—	—	—	—
		2e série (sans suggestion).		
1,99	45	5,97	4,42	
0,98	25	2,94	3,92	
0,92	22	2,76	4,18	
0,66	16	1,98	4,12	
		13,65		90,09
		3e série (sans suggestion).		
1,68	41	5,04	4,09	
1,11	25	3,33	4,44	
0,78	19	2,34	4,10	
0,51	14	1,53	3,64	
		12,24		80,79
		4e série (avec suggestion).		
2,48	50	7,44	4,96	
1,45	34	4,35	4,29	
1,22	30	3,66	4,06	
0,96	25	2,88	4,64	
		18,33		120,99
		5e série (sans suggestion).		
0,77	20	2,31	3,85	
0,51	15	1,53	3,40	
0,29	9	0,87	3,20	
0,24	8	0,72	3,00	
		5,43		35,82
		6e série (avec suggestion).		
2,75	59	8,25	4,66	
1,42	34	4,26	4,17	
1,35	40	4,05	3,37	
1,17	32	3,51	3,75	
		20,07		132,47
		7e série (sans suggestion).		
0,34	10	1,02	3,40	
0,24	8	0,72	3,00	
0,18	7	0,54	2,57	
0,09	4	0,27	2,25	
		2,55		16,83
		8e série (avec suggestion).		
2,57	64	7,71	3,83	
1,14	29	3,42	3,93	
0,94	23	2,82	4,08	
0,71	19	2,13	3,73	
		16,08		106,13

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal (22,50).
—	—	—	—	—
		9e série (sans suggestion).		
0,26	7	0,78	3,71	
0,13	6	0,39	2,16	
0,11	5	0,33	2,20	
0,08	4	0,24	2,00	
		1,74		11,48
		10e série (avec suggestion).		
1,61	37	4,83	4,35	
0,93	21	2,79	4,42	
0,85	19	2,55	4,47	
0,85	20	2,55	4,25	
		12,72		83,96
		11e série (sans suggestion).		
0,24	6	0,72	4,00	
0,10	4	0,30	2,50	
0,08	4	0,24	2,00	
0,06	3	0,18	2,00	
		1,44		9,57

Fig. 11. — Représentation proportionnelle du travail des 10 séries de l'expérience IX.

Le travail total des neuf premières séries est de 105,14.

Exp. X. — *Médius droit.*

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal.
—	—	—	—	—
		1re série (sans suggestion).		
3,20	70	9,60	4,57	
1,68	38	5,04	4,42	
1,46	31	4,38	4,70	
1,33	30	3,99	4,43	
		23,01		100

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal.
		2e série (sans suggestion).		
3,09	63	9,27	4,74	
1,76	40	5,28	4,40	
1,38	32	4,14	4,31	
0,94	23	2,82	4,08	
		21,51		93,47
		3e série (sans suggestion).		
2,70	62	8,10	4,35	
1,33	30	3,99	4,43	
1,03	22	3,09	4,68	
1,03	23	3,09	4,47	
		18,27		79,40
		4e série (sans suggestion).		
2,47	56	7,41	4,41	
1,24	27	3,72	4,59	
1,00	21	3,00	4,76	
0,73	16	2,19	4,56	
		16,32		70,92
		5e série (avec suggestion).		
3,70	90	11,10	4,11	
2,22	51	6,66	4,35	
2,39	55	7,17	4,34	
1,18	27	3,54	4,91	
		28,47		123,39
		6e série (sans suggestion).		
0,40	9	1,20	4,44	
0,26	6	0,78	4,33	
0,20	7	0,60	2,85	
0,17	5	0,51	3,40	
		3,09		13,42

Fig. 12. — Représentation proportionnelle du travail des 6 séries de l'expérience X.

Le travail total est de 110,67.

Exp. XI. — *Médius gauche.*

Hauteur totale (en mètres).	Nombre des soulèvements.	Travail en kilogrammètres.	Hauteur moyenne (en centimètres).	Rapport du travail au travail normal.
		1re série (sans suggestion).		
2,55	66	7,65	3,86	
1,09	25	3,27	4,36	
1,09	26	3,27	4,19	
0,70	18	2,10	3,88	
		16,29		100
		2e série (sans suggestion).		
2,36	51	7,08	4,62	
0,96	21	2,88	4,57	
0,95	20	2,85	4,75	
0,48	13	1,44	3,69	
		14,25		88,08
		3e série (sans suggestion).		
2,15	45	6,45	4,77	
0,96	21	2,88	4,57	
1,02	22	3,06	4,63	
0,40	12	1,20	3,33	
		13,59		83,42
		4e série (sans suggestion).		
2,14	45	6,42	4,75	
1,00	22	3,00	4,54	
0,88	21	2,64	4,19	
0,36	10	1,08	3,60	
		13,14		80,66
		5e série (avec suggestion).		
2,45	54	7,35	4,53	
1,37	33	4,11	4,15	
1,14	31	3,42	3,67	
1,00	25	3,00	4,00	
		17,88		109,76
		6e série (sans suggestion).		
0,27	8	0,81	3,37	
0,15	5	0,45	3,00	
0,09	4	0,27	2,25	
0,07	4	0,21	1,75	
		1,74		10,12

Le travail total est de 76,89.

Nous avons vu que lorsque la suggestion est mise en jeu au début du travail et après un repos complet, elle détermine une dépression du travail aussi bien d'un côté que de l'autre. L'expérience montre, comme on le verra dans un autre travail, que si un

côté a déjà travaillé, la suggestion a un effet excitant immédiat sur le travail de l'autre.

L'augmentation de la suggestibilité dans la fatigue est un fait qui n'est pas moins intéressant au point de vue de la psychologie des foules qu'au point de vue de la psychologie individuelle. Elle établit



Fig. 13. — Représentation proportionnelle du travail des 6 séries de l'expérience XI.

une analogie de plus entre la fatigue et l'hystérie, analogie sur laquelle j'ai déjà appelé l'attention à plusieurs reprises [1].

Il est à remarquer que, si en général lorsqu'on fait travailler comparativement la main droite et la main gauche sous l'influence d'une même excitation, c'est la main droite qui réagit le plus énergiquement, c'est-à-dire que c'est l'hémisphère gauche, le plus exercé, qui se montre le plus excitable, il en est tout autrement dans cette série d'expériences, où l'infériorité des réactions de la main gauche est au moins douteuse. Il semble que, comme les simples d'esprit, l'hémisphère droit, le moins exercé, et qui commande à la main gauche, la main qui ne sait pas [2], se montre relativement plus suggestible.

1. Hystéria, *Twentieth century practice of medicine*, vol. X, p. 551, 1897.
2. C. Vanlair, *La main qui ne sait pas* (*Revue de Belgique*, 1901).

BIBLIOGRAPHIE

Les viscères de la grenouille [1], par M. Gaupp.

Le professeur Gaupp vient de faire paraître la seconde édition des *Viscères abdominaux, thoraciques et pelviens de la grenouille.*

A lire le titre de cet ouvrage, on pourrait croire qu'il n'y est question que de l'*anatomie* des appareils digestif et uro-génital. Mais il suffit de feuilleter le volume pour se convaincre que l'auteur a su imprimer à la nouvelle édition de ce livre une portée bien plus haute; en effet, après l'exposé anatomique, il étudie chaque appareil et chaque organe au point de vue histologique, embryologique et physiologique.

Chacun sait que la grenouile est l'animal de laboratoire par excellence; c'est l'être organisé qui a été le plus travaillé et sur lequel on a fait plus de découvertes que sur l'ensemble des autres animaux.

C'est donc avec raison que M. Gaupp s'est attaché à présenter, sous une forme simple, l'histoire des viscères de la grenouille en complétant ce tableau d'un résumé de toutes les recherches spéciales qui ont été publiées sur chacun des organes de la grenouille.

Après ces indications générales, il convient de donner quelques renseignements sur le plan de l'ouvrage, la disposition et l'ordre suivi dans l'exposé des faits.

Pour ce qui est de l'appareil digestif, on débute, comme de juste, par l'étude : 1° de la *cavité bucco- ou oro-pharyngienne*; 2° du *développement du segment céphalique* du tube digestif; 3° de la *structure de ce segment*; 4° des *glandes buccales*, des *dents*, de la *langue* et des *poches vocales.*

Les organes digestifs proprement dits comprennent l'*intestin antérieur*, l'*œsophage*, l'*estomac*, l'*intestin grêle* et le *gros intestin*, ainsi que l'exposé de la forme, de la situation et de la structure du *pancréas* et du *foie.*

Cette énumération ne donne qu'une faible idée du travail auquel s'est astreint M. Gaupp; il serait pour cela nécessaire d'analyser chacun des chapitres; mais l'espace me manque et je dois me contenter d'un exemple. Je choisis l'*estomac.*

En ce qui concerne la structure des cellules épithéliales qui tapissent la muqueuse stromacale, Gaupp résume (en remontant à la source, qui est indiquée dans les mémoires cités dans l'index complet qui termine le livre) les recherches de Valatour, de Biedermann, d'Oppel et de Garten. Il en va de même pour ce qui est de la *régénération* de cet épi-

1. 1 vol. de 438 pages avec 95 figures, dont la plupart sont coloriées; *Lehre von den Eingeweiden* 3e Abtheil. erste Hälfte. A. Ecker's und R. Wiedersheim's. *Anatomie des Frosches auf Grund eigener Untersuchungen durchaus neu bearbeitet* von Ernst Gaupp. F. Vieweg u. Sohn, Braunschweig, 1901.

thélium et des cellules à cils vibratiles dont certains histologistes ont annoncé l'existence dans l'estomac.

Les glandes gastriques ont été l'objet d'une étude tout aussi complète, c'est-à-dire que les travaux de Nussbaum, d'Oppel, de Langley, de Heidenhain, de Langerdorff, de Laserstein, etc., sont succinctement et clairement résumés. On insiste sur les différences que présentent les glandes du fond de l'estomac et celles du pylore. Après cet exposé de la structure, vient un paragraphe sur la physiologie des glandes gastriques où l'on trouvera un aperçu court et lucide des recherches de Heidenhain, de Swiecicki, d'Edinger, de Langley, de Fraenkel, de Contejean. A ce paragraphe fait suite une vue d'ensemble sur l'histologie comparée des glandes gastriques.

Le *foie* a été l'objet d'une description aussi soignée (36 pages) : après l'examen de sa forme, de sa situation, de sa couleur et des nerfs qui s'y rendent, il est procédé à celui des conduits excréteurs, à l'étude de son développement et de sa structure avec l'historique complet des progrès de nos connaissances sur ce point. L'histoire des vaisseaux hépatiques, des cellules hépatiques, des leucocytes, et des cellules pigmentaires comporte des développements analogues.

Les *fonctions* du foie sont exposées dans un chapitre spécial, avec toutes les notions qui se rattachent à l'influence des saisons, de l'alimentation, etc.

La description des *organes respiratoires* est faite d'une façon tout aussi approfondie et tout aussi lucide que celle du tube digestif : après le développement des voies aériennes, l'auteur étudie le *larynx*, les *cordes vocales* et le *poumon* (structure et fonction). Un chapitre spécial est consacré au corps thyroïde, aux *corps post-branchiaux*, au *thymus*, aux *corpuscules épithéliaux*, au *labyrinthe* ou *glande carotidienne*, au *reste branchial ventral*, aux *corps propéricardiques* et *procoracoïdiens*.

L'*appareil urogénital* est exposé avec non moins de soin. Après un aperçu général sur le développement de cet appareil, M. Gaupp passe à la description du *rein*, du canal déférent, de la *vessie* et de la *capsule surrénale*. Il est à peine besoin de dire que les nombreuses recherches portant sur la structure de ces organes, sont résumées exactement.

Vient ensuite la description des organes génitaux (testicules et spermatozoïdes, ovaire et ovule). D'excellentes figures illustrent le texte et permettent de saisir du premier coup d'œil les détails descriptifs.

Chez la grenouille (*rana fusca*), on trouve de nombreux individus dont les glandes génitales présentent à la fois les caractères mâles et femelles ; ce sont des *hermaphrodites* dont l'évolution est étudiée d'abord au jeune âge, puis à l'état adulte.

Le tube digestif et les glandes génitales débouchent dans le *cloaque* dont M. Gaupp fait une étude détaillée, surtout au point de vue des muscles.

La dernière partie du livre traite des *cavités abdominale et pleuro-péritonéale*.

On le voit, le livre *Des viscères de la grenouille* s'adresse aux travail-

leurs de laboratoire; chacun aura sous la main les renseignements relatifs à la forme, aux rapports et à la structure de l'organe qu'il étudie. En même temps, il se mettra en peu de temps au courant de l'état actuel de nos connaissances en ce qui concerne le développement, l'histogénèse et l'histologie de cet organe. S'il désire approfondir la question et contrôler la disposition, la structure ou le fonctionnement des éléments, il n'a qu'à se reporter à l'index bibliographique complet qui termine le volume; il y trouvera par division de matières et par ordre alphabétique, l'indication exacte de tous les mémoires qui ont paru sur les organes digestifs et uro-génitaux de la grenouille et de nombre d'autres vertébrés.

Éd. Retterer.

Le propriétaire-gérant : Félix Alcan.

Coulommiers. — Imprimerie Paul BRODARD.

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

VIENNENT DE PARAITRE :

MANUEL D'HISTOLOGIE PATHOLOGIQUE

PAR

V. CORNIL ET **L. RANVIER**

Professeur à la Faculté de médecine, Membre de l'Académie de médecine, Médecin de l'Hôtel-Dieu.

Professeur au Collège de France, Membre de l'Institut, Membre de l'Académie de médecine.

AVEC LA COLLABORATION DE MM.

A. BRAULT ET **M. LETULLE**

Médecin de l'hôpital Lariboisière, Chef des travaux pratiques d'anatomie pathologique à la Faculté de médecine.

Professeur agrégé à la Faculté de médecine, Médecin de l'hôpital Boucicaut.

TOME DEUXIÈME

G. Durante. ANATOMIE PATHOLOGIQUE DES MUSCLES. — **J. Jolly.** HISTOLOGIE PATHOLOGIQUE DU SANG. — **H. Dominici.** LE SANG ET LA MOELLE OSSEUSE. — **A. Gombault** et **C. Philippe.** HISTOLOGIE PATHOLOGIQUE DU SYSTÈME NERVEUX. GÉNÉRALITÉS.

1 vol. in-8, avec gravures en noir et en couleurs, dans le texte......... **25** fr.

Précédemment paru

TOME PREMIER

L. Ranvier. GÉNÉRALITÉS SUR L'HISTOLOGIE NORMALE. CELLULES ET TISSUS NORMAUX. — **V. Cornil.** GÉNÉRALITÉS SUR L'HISTOLOGIE PATHOLOGIQUE. ALTÉRATION DES CELLULES ET DES TISSUS. DES INFLAMMATIONS. — **A. Brault.** DES TUMEURS. — **F. Bezançon.** NOTIONS ÉLÉMENTAIRES SUR LES BACTÉRIES. — **Maurice Cazin.** LÉSIONS DES OS. LÉSIONS DU TISSU CARTILAGINEUX. ANATOMIE PATHOLOGIQUE DES ARTICULATIONS. — **V. Cornil.** DES ALTÉRATIONS DU TISSU CONJONCTIF. LÉSIONS DES MEMBRANES SÉREUSES.

1 vol. in-8, avec 369 gravures en noir et en couleurs, dans le texte... **25** fr.

L'ouvrage complet comprendra 4 volumes.

LEÇONS

DE

CLINIQUE CHIRURGICALE

(Hôtel-Dieu, 1901)

par **F. LEGUEU**

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, Chirurgien des Hôpitaux.

1 volume grand in-8 avec 76 gravures.. 12 fr.

TABLE DES MATIÈRES

PATHOLOGIE GÉNÉRALE. — La pratique de l'asepsie. — La rachicocaïnisation. — Traitement des tuberculoses articulaires aux différents âges.

MEMBRES. — Gangrène des membres. — Des luxations anciennes de l'épaule. — Subluxation récidivante de la rotule. — Equinisme congénital et équinisme paralytique. — Ulcère variqueux et résection veineuse.

TÊTE, COU, SEIN. — Intervention immédiate pour plaie du crâne par arme à feu. — Ankylose de la mâchoire. — Kyste du conduit thyréoglosse. — Les exérèses larges et l'autoplastie du sein.

ABDOMEN ET HERNIES. — Les récidives de la hernie inguinale. — Éventration traumatique. — Appendicite et annexite. — Chirurgie de l'ulcère de l'estomac. — Cholécystites et drainage vésiculaire.

APPAREIL GÉNITO-URINAIRE. — Le noyau épididymaire en clinique. — Localisations initiales et extension de la tuberculose testiculaire. — Kyste hydatique du rein. — Des formes communes de la tuberculose rénale et de ses indications. — De la néphrectomie. — L'hydronéphrose intermittente et son traitement. — L'anurie dans le cancer de l'utérus.

GYNÉCOLOGIE. — Indications thérapeutiques dans le traitement des salpingites. — Du choix de l'opération dans les salpingites. — Valeur comparative des hystérectomies pour cancer du col. — Hystérectomie abdominale et prolapsus utérin. — L'énucléation abdominale des myômes. — Les tumeurs végétantes de l'ovaire. — Les grandes collections séreuses pelviennes. — Statistique.

TRAITÉ DE L'INTUBATION DU LARYNX

dans les sténoses laryngées aiguës et chroniques de l'enfant et de l'adulte

Par le Docteur **A. BONAIN**

Chirurgien adjoint de l'hôpital civil de Brest, chargé du service des maladies du nez, des oreilles et du larynx.

1 volume in-16, de la *Collection médicale*, avec 43 grav. dans le texte, cartonné. 4 fr.

Physiologie. **Travaux du laboratoire** de M. **Ch. RICHET**, professeur à la Faculté de médecine de Paris. TOME V. *Muscles et nerfs. — Thérapeutique de l'épilepsie. — Zomothérapie.— Réflexes psychiques.* 1 vol. in-8 avec fig. 12 fr.
Les quatre tomes précédemment parus : chacun 1 vol. in-8......... 12 fr.

TABLE DES MATIÈRES

Le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* paraît tous les deux mois :

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

Un numéro	6 fr. »
Un an, pour Paris	30 »
— pour les départements et l'étranger	33 »

CHAQUE LIVRAISON CONTIENT :

1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre, accompagnés de planches hors texte en noir et en couleurs, et de gravures dans le texte;

2° Des *analyses et comptes rendus* de travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangères.

IL A EN OUTRE POUR OBJET :

La *tératologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie* et la *médecine légale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie;

Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine, de la chirurgie et de l'obstétrique.*

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la librairie FÉLIX ALCAN, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6e).

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

VIENT DE PARAITRE :

MANUEL D'ÉLECTROTHÉRAPIE ET D'ÉLECTRODIAGNOSTIC

Par le Docteur **E. ALBERT-WEIL**

Chef du service d'électrothérapie à la clinique chirurgicale infantile de l'hôpital Trousseau.

1 vol. in-12 de la *Collection médicale*, avec 80 grav. dans le texte, cart. à l'angl. **4 fr.**

De tous les agents physiques, les modalités électriques sont ceux dont les applications médicales sont les plus nombreuses et les plus efficaces. Mais si tout médecin praticien ne peut pas faire de l'électrothérapie, il doit être familiarisé avec les principales propriétés de cette médication, la conseiller en temps opportun et savoir discerner parmi les nombreuses formes de l'énergie électrique utilisables en médecine, celles qui doivent être conseillées aux malades.

Ce manuel a pour but de faire connaître la manière de les appliquer à l'organisme humain et le bénéfice qu'on en peut retirer pour le diagnostic et la thérapeutique.

L'ouvrage est divisé en quatre parties, consacrées : la première à la description des instruments et à la technique de leurs applications; la seconde aux effets et aux indications des modalités de l'énergie électrique; la troisième au diagnostic et la quatrième aux applications thérapeutiques.

L'auteur passe successivement en revue les maladies de la nutrition, du système nerveux, du système musculaire et articulaire, des appareils digestif, respiratoire, circulatoire, lymphatique, génito-urinaire de l'homme, des organes génitaux de la femme, les maladies de la peau, des organes des sens et de la voix. Un certain nombre d'observations types permettent de suivre les effets de la médication électrique et les résultats obtenus.

Ce livre, par la quantité de renseignements qu'il contient, sera consulté utilement par tous les médecins désireux de se tenir au courant des nouvelles méthodes introduites ces dernières années dans l'électrothérapie et l'électrodiagnostic.

FÉLIX ALCAN, *Editeur*, **108, Boulevard Saint-Germain, PARIS.**

DICTIONNAIRE DE MÉDECINE

par les Drs **E. BOUCHUT** et **A. DESPRÉS**

Sixième Edition au courant des derniers Progrès de la Science.

1 magnifique volume de 1630 pages in-4° sur 2 colonnes, avec 1000 gravures dans le texte, **Indispensable aux Familles**

PRIX : BROCHÉ, **25** FR.; — RELIÉ, **30** FR. *Franco contre Mandat.*

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

7514

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

Fondé par CHARLES ROBIN (1864-1885)
Continué par GEORGES POUCHET (1885-1894)

PUBLIÉ PAR MATHIAS DUVAL
Membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine

AVEC LE CONCOURS DE MM.

RETTERER
Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

TOURNEUX
Professeur à la Faculté de médecine de Toulouse.

XXXVIIIe ANNÉE, 1902. — N° 5. — SEPTEMBRE-OCTOBRE

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR
ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108
PARIS, 6^e

1902

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

Revue de Médecine et Revue de Chirurgie

La *Revue de médecine* et la *Revue de chirurgie*, qui constituent la 2e série de la *Revue mensuelle de médecine et de chirurgie*, paraissent tous les mois; chaque livraison de la *Revue de médecine* contient 5 à 6 feuilles grand in-8; chaque livraison de la *Revue de chirurgie* contient de 8 à 9 feuilles grand in-8.

S'ADRESSER POUR LA RÉDACTION :

Revue de médecine : à M. le Dr **Landouzy**, 4, rue Chauveau-Lagarde, à Paris (8e), ou à M. le Dr **Lépine**, 30, place Bellecour, à Lyon.
Revue de chirurgie : à M. le Dr **F. Terrier**, 11, rue de Solférino, Paris (7e).

POUR L'ADMINISTRATION :

A M. **Félix Alcan**, libraire-éditeur, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6e).

PRIX D'ABONNEMENT :

Pour la Revue de Médecine		Pour la Revue de Chirurgie	
Un an, Paris	**20** fr.	Un an, Paris	**30** fr.
— Départements et étranger.	**23** fr.	— Départements et étranger.	**33** fr.
La livraison, **2** fr.		La livraison, **3** fr.	

Les *deux Revues* réunies, un an, Paris, **45** fr.; départements et étranger, **50** fr.

Les quatre années de la *Revue mensuelle de médecine et de chirurgie* (1877, 1878, 1879 et 1880) se vendent chacune séparément 20 fr.; la livraison, 2 fr.

Les vingt et une premières années (1881 à 1901) de la *Revue de médecine* se vendent le même prix. Les dix-huit premières années de la *Revue de chirurgie*, 20 fr. Les autres années, 30 fr.

Revue de l'École d'Anthropologie de Paris

RECUEIL MENSUEL (**12e année, 1902**)

PUBLIÉ PAR LES PROFESSEURS.

Abonnement : France et étranger, **10** fr. — Le numéro, **1** fr.

Revue de Thérapeutique Médico-Chirurgicale

Rédacteur en chef : Dr RAOUL BLONDEL.

Un an : France **12** fr.; étranger, **13** fr.

MAN

A Monthly Record of Anthropological Science

PUBLISHED UNDER THE DIRECTION OF
THE ANTHROPOLOGICAL INSTITUTE OF GREAT BRITAIN AND IRELAND

Under the above title, the Anthropological Institute has established a Monthly Record of progress in the various branches of the Study of Man.

Its contents include contributions to Physical Anthropology, Ethnography, and Psychology; the Study of Language, and the earlier stages of Civilisation, Industry and Art; and the History of Social Institutions and of Moral and Religious Ideas.

Each number of " MAN " consist of 16 imperial 8vo pages, with occasional ilustrations in the text; together with a full-page plate, and will include :

(1) Original articles, notes, and correspondence.
(2) Reviews of Books, and summaries of Journals and Proceedings.
(3) Reports of Meetings of Societies.
(4) Descriptive notices of Museums and private Collections.
(5) Bibliographies.

For convenience of reference, each article furnished with catch titles in clarendon type, giving the subject and the author's name and with a distinct reference numbe, in the margin.

Man may be obtained from the Anthropological Institute
3, Hanover Square, London, W., and through all Booksellers.

Price: 1s. (1 fr. 25), *Monthly, or* 10s. (12 fr. 50), *Subscription per annum, prepaid.*

NOV 28 1902

ÉBAUCHE SQUELETTOGÈNE DES MEMBRES

ET DÉVELOPPEMENT DES ARTICULATIONS

Par M. Éd. **RETTERER**
Chef des travaux pratiques d'histologie à la Faculté de médecine de Paris.

Dès le début de mes recherches de laboratoire, j'ai été attiré vers l'étude des membres naissants. Dans deux mémoires consécutifs [1], j'ai suivi le développement des segments cartilagineux puis osseux dans les extrémités des mammifères domestiques. Ensuite, j'ai examiné l'évolution du *périchondre* et du *périoste* sur les segments squelettiques des embryons [2]. Quand les nodules cartilagineux ont pris naissance l'un à la *suite et indépendamment de l'autre*, ils continuent, pendant quelque temps, à être reliés par un tissu plein, aux dépens duquel se formeront la cavité articulaire, la synoviale, la capsule et les ligaments. Quelle est la *nature de ce tissu intermédiaire* dont l'évolution aboutit au développement de tissus aussi différents que le sont les cartilages d'encroûtement, la capsule ou les synoviales? Comment s'y creuse-t-il une cavité à un moment donné?

Dès 1886, j'ai abordé l'étude de ces divers problèmes. A cette époque, j'imprégnais les pièces de gomme et j'achevais le durcissement dans l'alcool. Ensuite je les montais dans la moelle de

1. Pour éviter les répétitions dans les renvois à mes propres publications je donnerai ici la liste des mémoires que j'aurai à citer en les désignant par des numéros d'ordre.

I. Contribution à l'étude du développement du squelette des extrémités chez les Mammifères, 170 pages, 2 planches doubles, *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, décembre 1884.

II. *Le développement du squelette des extrémités et des productions cornées chez les mammifères,* 232 pages, 4 planches doubles, *Thèse de doctorat ès sciences,* Sorbonne, 1885.

2. III. *C. R. Société de Biologie,* 30 janvier 1886.

sureau, et, après les avoir coupées à l'aide du microtome à main, je recevais les coupes dans l'eau pour dissoudre la gomme. J'ai examiné ainsi les extrémités d'embryons de veau, de mouton et de bœuf; partout j'ai trouvé que le *tissu mou*, *mésodermique*, qui est *intermédiaire* à deux nodules cartilagineux, continue à élaborer de la substance cartilagineuse jusqu'au moment où les deux segments, croissant à l'encontre l'un de l'autre, arrivent à se toucher. J'ai bien noté la présence d'un mince liséré d'éléments fibro-plastiques (cellules conjonctives allongées) qui semblent encore réunir les segments. Mais j'ai cru que ces éléments élaboraient eux-mêmes de la substance cartilagineuse[1].

En somme, j'expliquais la formation de la cavité par la rencontre de deux couches produisant du cartilage chacune en sens opposé; il me semblait inutile de faire intervenir des phénomènes mécaniques ou chimiques (fissuration ou liquéfaction).

A propos d'études sur le développement du tarse du lapin[2], j'ai dû recourir au collodion pour maintenir les connexions des parties. Dans ces conditions j'ai aperçu, entre les segments cartilagineux, des tissus qui m'avaient échappé jusque-là. Les procédés que j'avais employés, pour couper et pour monter les préparations sont trop grossiers pour conserver certains tissus mous et transitoires, qui se détruisent ou disparaissent pendant les manipulations. Telles sont les raisons qui m'avaient empêché d'apercevoir certaines phases du développement. Aussi pour voir les rapports naturels des parties, et pour conserver des tissus qui présentent, à un moment donné, la délicatesse d'une toile d'araignée, ai-je dû recourir à l'*inclusion dans le collodion*, et au *collodionnage* des surfaces de section, d'après le procédé imaginé par mon maître Mathias Duval. Sur les embryons jeunes, j'ai employé l'inclusion à la paraffine. Avec cette nouvelle méthode, j'ai pu observer l'évolution spéciale de certaines portions du *tissu intermédiaire*. La portion moyenne ou centrale de ce tissu ne se transforme point en cartilage; mais elle évolue en tissu *conjonctif muqueux*. J'ai comparé alors l'établissement de la cavité à la formation des espaces périlymphatiques de l'oreille interne.

« La cavité articulaire, ai-je conclu[3], résulte d'une évolution

1. IV. *C. R. Soc. de Biologie*, 6 février 1886.
2. V. *Id.*, 15 décembre 1894, p. 807.
3. VI. *Id.*, 1894, p. 865.

spéciale et essentiellement *active* de certains éléments conjonctifs embryonnaires. D'abord de même forme et présentant les mêmes réactions que celles qui vont donner naissance aux cartilages, aux ligaments ou à la synoviale, ces cellules produisent, par une élaboration particulière, une substance muqueuse qui s'accumule entre elles et leurs prolongements. Plus tard, ces cellules elles-mêmes s'atrophient et disparaissent au milieu de la substance muqueuse qu'elles ont produite et contribuent à constituer la première synovie[1]. »

On le voit, je prenais, en 1894, la *substance muqueuse* pour une exsudation des cellules embryonnaires et je mettais l'atrophie des cellules sur le compte de l'accumulation des principes amorphes. Aujourd'hui encore les classiques en sont là.

Mais bientôt j'eus[2] l'occasion d'étudier la structure du tissu conjonctif jeune et la façon dont il produit le tissu réticulé, muqueux et tendineux. Je pus même suivre les diverses phases de la disparition de territoires entiers de tissu réticulé et leur remplacement par une cavité complète ou *bourse muqueuse.*

D'autre part, en étudiant l'histogenèse et la structure d'organes bien différents à divers égards (amygdales, ganglions lymphatiques), j'ai rencontré toujours à l'origine un tissu identique à celui qui précède le squelette des membres : au lieu de cellules distinctes les unes des autres (cellules lymphatiques ou embryonnaires), je n'ai pas pu distinguer dans ce tissu de limites cellulaires. Partout l'*ébauche ou souche commune des diverses variétés de tissu conjonctif s'est présentée à moi à l'état d'une masse protoplasmique contenant de nombreux noyaux.*

Ces résultats m'ont donné l'idée de remonter plus haut dans l'évolution des tissus qui, dans les membres naissants, qui produisent à la fois les parties résistantes et dures (cartilages, os, ligaments), et les tissus mous ou les cavités. Aussi le présent travail comprend-il deux parties : la première est consacrée à

1. C'est d'après ces préparations que le regretté Devy a fait plusieurs dessins sur les articulations embryonnaires, en particulier la fig. 316 du *Traité d'Anatomie* de M. Testut, 3e édition 1896.

2. VII. Développement des tissus conjonctifs muqueux et réticulé, *C. R. Soc. Biol.*, 1896, p. 47.

VIII. Sur le développement morphologique et histologique des bourses muqueuses et des cavités péritendineuses, *Journal de l'Anatomie et de la Physiol.*, 1896, p. 256.

IX. Développement et structure du tissu tendineux, *C. R. Soc. Biologie*, 1898 p. 581.

l'étude du tissu précurseur du squelette ou *tissu squelettogène*, la seconde est relative au développement des cavités articulaires et des membranes synoviales.

Technique. — La technique que j'ai employée est essentiellement la même que celle que j'ai exposée à plusieurs reprises dans ce Journal (1900 et 1901) : je fixe les embryons au sortir de l'utérus maternel dans le liquide de Muller saturé de bichlorure de mercure acétique. Après un séjour de quelques heures à l'étuve (30° à 37°), je mets les pièces dans une solution de bichlorure de mercure où elles restent douze ou vingt-quatre heures. Après lavage et durcissement, je coupe à la paraffine et je colore les coupes par l'hématoxyline, la thionine, la fuchsine acide, les solutions éosine-orange-aurantia.

I

Charpente squetettogène. — Développement et morphologie.

Les embryons de lapin et de cobaye me serviront de type pour exposer en détail les premiers développements des extrémités thoraciques et abdominales[1].

Pour arriver à quelque précision sur l'âge de l'embryon, je note non seulement le jour de la gestation, mais encore la longueur de l'embryon ; pour déterminer cette longueur, je débarasse l'embryon de ses membranes et je prends, à l'état frais, avec un compas d'épaisseur, la plus grande longueur du *vertex à la racine de la queue*.

1. *Embryon de lapin de 1 cm.* — La figure I représente la section oblique d'une partie du tronc d'un embryon de lapin long de 1 centimètre (14e jour de la gestation).

Le membre thoracique a la forme d'une palette, longue de 1 mm. 4 environ coupée selon son grand axe ; sa racine est continue avec le tissu conjonctif clair de la paroi du tronc qui le sépare des corps vertébraux (*ve*). La palette est recouverte d'une couche d'épiderme qui repose sur un tissu conjonctif clair. La portion centrale de la palette est occupée par une tigelle *sq* de tissu dense

1. Les principaux résultats de cette première partie ont été communiqués à la *Société de Biologie* dans la note suivante : Morphologie de la Charpente squelettogène des membres de mammifères, *C. R. Soc. Biologie*, 18 octobre 1902.

et très colorable, qui s'étend en traînée continue de la base vers le sommet du moignon.

A la base du moignon, la tigelle centrale est entourée de masses également denses et très colorables (*mu*) qui, comme le montre l'évolution ultérieure, sont les ébauches des muscles et des tendons. Ces dernières, comme d'ailleurs la tigelle centrale, sont entourées d'un tissu conjonctif clair et très vasculaire. C'est la tigelle centrale que nous étudierons spécialement; nous l'appellerons tissu ou ébauche *squelettogène*, parce qu'elle produira aussi bien les segments d'abord cartilagineux, puis osseux, que les cavités articulaires et les ligaments. Cette tigelle squelettogène représente, je le répète, une masse qui est continue de la base vers le sommet du membre. Les coupes longitudinales sont démonstratives à cet égard.

Un tissu conjonctif clair et très vasculaire enveloppe la tigelle squelettogène et les ébauches musculaires. Il s'étend jusqu'à l'épiderme; cependant, en diverses régions, il est suivi du côté superficiel par une bande de tissu dense (véritable derme) qui confine à l'épiderme lui-même (voir pour les détails p. 480).

L'épiderme ne comprend qu'une rangée de cellules; à l'aisselle il est épais de 10 μ; à l'épaule, il n'atteint que 6 à 7 μ d'épaisseur. Sur le reste du membre, l'épaisseur varie entre les limites précédentes. Rappelons qu'on observe un épaississement épidermique en forme de calotte hémisphérique vers le bout du membre. Cet épaississement, je l'ai constamment trouvé chez tous les embryons de mammifères (voir *Mém.* II, p. 15, fig. 22).

Après avoir constaté la continuité de la tigelle squelettogène de la base vers le sommet du membre, il s'agit d'en connaître la *configuration*. Il est facile de l'étudier sur les coupes transversales rigoureusement *sériées*. J'ai figuré, pour mieux fixer les rapports, une portion de la paroi ventrale (*a*) et du foie (*h*).

Du côté de l'aisselle (futur bras), la tigelle squelettogène possède des contours plus ou moins arrondis, comme le bras lui-même; l'avant-bras, au contraire, a la forme d'une lamelle aplatie de dehors en dedans (fig. II).

Les bords de cette lamelle sont épaissis, tandis que les deux faces sont excavées vers la portion centrale ou axiale. Voici les dimensions de la lamelle : son diamètre dorso-ventral est de 1 mm. 2 et son diamètre transversal ou latéral de 0 mm. 3 vers le bord

cubital et de 0 mm. 25 vers le bord radial. La tigelle squelettogène est large de 0 mm. 7 (diamètre dorso-ventral). Son épaisseur est de 0 mm. 15 vers le bord cubital et de 0 mm. 10 vers le bord radial. Ces deux portions (cubitale et radiale) sont réunies par une lamelle de tissu également squelettogène d'une épaisseur de 0 mm. 06 à 0 mm. 07 (future membrane inter-radio-cubitale ou interosseuse). Du radius au cubitus, elle est large de 0 mm. 100. Les bords cubital et radial sont longés chacun par un large capillaire, futures artères cubitale et radiale du membre (*v*, *v*). En bas, c'est-à-dire vers le bout distal du moignon, on voit disparaître d'abord la portion *radiale* de la tigelle squelettogène, tandis que la portion cubitale (fig. III) s'avance encore un peu plus loin sous la forme d'un prolongement conique.

Enfin près du sommet même du moignon, on n'observe plus que du tissu conjonctif clair et revêtu d'épiderme.

Ainsi, sur l'embryon de lapin long de 1 centimètre, l'ébauche squelettogène est représentée, outre celle du scapulum dont il est inutile de parler dans cette étude, par une tigelle continue et indivise occupant le bras et l'avant-bras.

Il n'y a pas trace encore ni du poignet ni de la main.

2. *Embryon de lapin de 13 mm.* — Passons de l'embryon de lapin du quatorzième jour à celui de seize jours, qui est long de 13 millimètres. Ici les membres thoraciques sont terminés par une palette indivise encore, mais comprenant le tissu squelettogène du poignet et de la paume de la main.

Une coupe frontale et longitudinale du moignon thoracique donne une image analogue à celle qui est représentée en VIII et qui reproduit la palette d'un embryon de cobaye long de 1 cm. 5. Le scapulum et l'humérus sont cartilagineux; le radius et le cubitus ont également une portion centrale en voie de se transformer en cartilage.

Comme le montre la figure IV, l'avant-bras a pris une forme arrondie vers l'extrémité inférieure; son diamètre dorso-ventral, qui est 1 millimètre, égale presque le diamètre transversal qui atteint seulement 1 mm. 1. A ce niveau, le centre des bords épaissis de l'ébauche squelettogène commence à peine à montrer les premiers indices de la transformation du tissu en cartilage.

L'accroissement de l'ébauche squelettogène a porté principalement sur ses bords et peu sur sa partie moyenne (future membrane

interosseuse) qui est côtoyée du côté ventral par un gros capillaire axial (future artère interosseuse).

Au *niveau du poignet* (fig. V), le membre thoracique s'élargit transversalement; son diamètre transversal atteint ici 1 mm. 4, tandis que le diamètre dorso-ventral reste à 1 millimètre.

L'ébauche squelettogène semble ne plus former une masse partout également dense; on voit en effet, autour du point marqué *ca* se produire une zone plus claire qui semble diviser la masse en plusieurs amas. Remarquons de plus que les portions latérales de l'ébauche squelettogène du poignet commencent à se recourber vers la face palmaire, de façon que la face dorsale de cette ébauche est convexe et la face ventrale concave. Ce changement de forme ne porte que sur l'ébauche squelettogène et non point sur le tissu enveloppant, puisque la face palmaire du poignet est plus convexe que la face dorsale.

Les bords cubital et radial continuent à être longés chacun par un capillaire volumineux (*v*, *v*).

Dans la région du métacarpe, le moignon s'élargit, tandis que ses dimensions dorso-palmaires diminuent : le métacarpe est large, en effet, de 1 mm. 5 et son épaisseur n'est que de 0 mm. 5 au voisinage du rayon médian et de 0 mm. 25 vers les bords latéraux. Si l'on compare la coupe VI qui passe par la racine du métacarpe à la coupe VII faite vers son extrémité distale, il est facile de voir que le tissu squelettogène se dispose en rayons divergents séparés les uns des autres par un tissu conjonctif clair d'autant plus abondant qu'on s'éloigne davantage du poignet.

Enfin, le métacarpe se termine par une lame à bords continus, c'est-à-dire indivise, large de 0 mm. 9 et épaisse de 0 mm. 25. Le seul rayon médian proémine et constitue le bout terminal ou sommet du moignon thoracique.

3. *Embryon de lapin de 2 cm.* — Sur le lapin de 17 jours (2 centimètres), les doigts libres ont une longueur de 0 mm. 5 pour le médius, un peu moins pour les autres doigts. La plupart des nodules ou segments cartilagineux ont apparu dans le carpe; les métacarpiens sont en grande partie cartilagineux; la première phalange cartilagineuse est d'une longueur de 0 mm. 200 pour le médius. Quant à la deuxième phalange, son centre de chondrification est à peine indiqué et son tissu squelettogène se continue jusqu'au bout du doigt. Autrement dit, la troisième phalange n'a pas apparu encore.

J'insiste expressément sur l'absence d'expansion membraneuse à partir du tiers *proximal* de la 1re phalange, bien que les doigts libres n'aient qu'une longueur d'un demi-millimètre.

4. *Embryons de cobaye.* — Je me borne à donner quelques indications sur les premiers développements du membre thoracique du cobaye. Je me dispense de représenter tous les stades; ils sont analogues à celui du lapin; je me contente de les résumer brièvement jusqu'au stade figuré sur le dessin VIII.

Sur les embryons de cobaye longs de 6 millimètres, les membres abdominaux ont une longueur de 0 mm. 35 et une largeur de 0 mm. 45; les membres thoraciques sont longs de 0 mm. 5 du creux axillaire au sommet; du creux axillaire au dos de l'épaule, ils ont une hauteur de 0 mm. 3; leur diamètre transversal est de 0 mm. 35 au niveau du creux axillaire et de 0 mm. 20 vers le sommet de l'extrémité. Ils sont constitués, à cette époque, par un tissu clair (cellules conjonctives au stade réticulé); ce n'est que sur des points isolés qu'on aperçoit des petites cellules serrées (ébauche squelettogène).

La masse conjonctive est recouverte par une couche épithéliale de 2 ou 3 rangées cellulaires ayant une épaisseur de 6 à 10 μ. Vers le sommet, mais du côté de la face axillaire, l'épiderme présente une calotte épithéliale épaisse de 20 μ et large de 30 μ environ.

Sur l'embryon de 9 millimètres, le membre abdominal est long de 0 mm. 4 au bord ventral et de 0 mm. 8 au bord dorsal.

Sur l'embryon long de 1 centimètre (22e jour de la gestation), le membre thoracique a une hauteur (de l'aisselle vers le dos de l'épaule) de 0 mm. 8 et une longueur de 0 mm. 7 de l'aisselle vers le sommet. Il est constitué par une masse conjonctive revêtue d'épiderme. Vers le sommet existe toujours l'épaississement épidermique signalé plus haut sur les embryons plus jeunes. La masse conjonctive est formée de deux tissus bien distincts : sous l'épiderme se trouve une lamelle de tissu clair au stade réticulé; elle est très vasculaire; cette lamelle est épaisse de 150 μ. Au centre du membre thoracique s'étend une tigelle de tissu dense, qui, à la base du membre, est large de 0,500; quand on s'approche du sommet du membre, on voit la tigelle s'atténuer en tous sens. La longueur de cette tigelle est de 600 μ environ. Le sommet de la tigelle n'arrive pas au bout du membre dont il est séparé par du tissu clair, réticulé et vasculaire, épais de 200 μ environ.

En somme, la constitution de la palette thoracique de l'embryon de cobaye de 1 centimètre est à peu près celle du lapin de même taille.

Sur les cobayes longs de 1 cm. 5 (25e jour de la gestation), le membre thoracique, vu en coupe frontale et longitudinale, se trouve à l'état représenté sur la figure VIII.

Le scapulum, l'humérus, le cubitus et le radius, dont on voit l'extrémité distale (*r*), sont cartilagineux.

Quant à la main, elle a la forme d'une palette, large de 1 millimètre au niveau du poignet.

Pour ce qui est des dimensions longitudinales, il est impossible de les déterminer exactement parce que l'ébauche carpienne non seulement forme une pièce commune, mais encore est continue partout avec la base des métacarpiens. L'ébauche carpienne et la base des métacarpiens constituent un tout unique jusqu'aux espaces clairs inter-métacarpiens.

Le métacarpe possède une charpente squelettogène identique à celle que nous avons étudiée sur le lapin.

La coupe longitudinale et frontale de ce métacarpe reproduit et confirme tout ce que les coupes perpendiculaires à l'axe nous ont appris sur celui du lapin : les 4 rayons (externes) prennent, à partir du poignet, une direction divergente.

Les espaces clairs, intermédiaires, s'élargissant dans le même sens, la paume de la main acquiert, au niveau d'une ligne transversale réunissant le bout terminal du deuxième métacarpien (index) à celui du cinquième (auriculaire), une largeur de 1 mm. 5. La lame intermédiaire entre les métacarpiens du médius et de l'annulaire est large de 0 mm. 9; c'est elle qui termine la palette métacarpienne.

Les dimensions des ébauches squelettogènes des métacarpiens sont les suivantes (à partir du point où elles se dégagent du carpe et où elles sont longées de tissu intermétacarpien clair) :

		Longueur. —	Largeur. —
2e métacarpien	(index)......	0 mm. 650	0 mm. 150
3e —	(médius)....	0 mm. 700	0 mm. 250
4e —	(annulaire)..	0 mm. 650	0 mm. 250
5e —	(auriculaire).	0 mm. 450	0 mm. 150

Parmi les derniers stades par lesquels passent les extrémités au point de vue du développement des doigts, j'en choisis un seul que

j'emprunte à la patte abdominale d'un cobaye long de 17 millimètres (28e jour de la gestation).

Le pied mesure 2 mm. 3 du talon au bout de l'orteil du milieu, qui est libre sur une longueur de 0 mm. 300. Les deux orteils latéraux sont un peu plus courts. L'orteil du milieu est conique; à sa base il est large, 0 mm. 360, mais, vers le milieu de son corps, sa largeur s'atténue pour se terminer par un sommet émoussé.

Les points qui nous intéressent concernent l'état du squelette : le tarse possède déjà tous ses cartilages avec des contours peu nets, en raison de l'abondance du tissu squelettogène qui les réunit encore. Le métatarsien du milieu a une longueur de 0 mm. 7 et une largeur de 0 mm. 160 au niveau du corps et de 0 mm. 240 aux extrémités. La tête du métatarsien se retrouve à une distance de 0 mm. 1 à 0 mm. 2 en arrière de la limite de l'expansion membraneuse inter-digitale.

Quant aux moignons digitaux dont nous connaissons déjà la longueur, voici quelle est leur constitution morphologique; nous prendrons l'orteil du milieu comme exemple : le grand axe de l'orteil est occupé par une tigelle squelettogène qui a la forme d'un cône à base continue avec le métatarsien et à sommet distal ou terminal. La longueur du cône est de 0 mm. 5 et sa base est large de 0 mm. 2. La tigelle est entourée d'un manchon de tissu conjonctif clair (réticulé) et vasculaire, qui est recouvert lui-même d'épiderme.

Les assises épidermiques ne sont épaisses que de 0 mm. 01, sauf sur le bout terminal où elles atteignent une épaisseur double et triple.

En un mot, l'ébauche d'un doigt rappelle à tous égards les premiers développements du membre lui-même : une portion centrale squelettogène entourée d'un tissu conjonctif clair, le tout recouvert d'un épiderme qui présente un épaississement terminal.

La base de la tigelle squelettogène de l'orteil est déjà le siège des premières modifications protoplasmiques qui précèdent l'apparition de la première phalange (voir plus loin, p. 507).

Une fois la première phalange formée, les embryons plus âgés possèdent des doigts libres plus allongés; mais les doigts ou les orteils présentent, à la suite de la première phalange, une tigelle squelettogène de forme et de constitution identiques à celle qui précède le développement de la première phalange. L'apparition et l'accroissement de la deuxième phalange, puis de la troisième se

font d'après un même processus semblable à celui de la première.

En résumé, le développement de l'ébauche squelettogène procède de la racine du membre vers le bout périphérique : elle a la forme d'une tigelle arrondie au niveau *du bras*; *à l'avant-bras*, elle prend la configuration d'une lamelle à bords épaissis et figure le modèle du radius, du cubitus et de la membrane inter-radio-cubitale.

Au *poignet*, l'ébauche squelettogène est une masse commune d'où partent dans une direction divergente autant de bourgeons ou rayons périphériques qu'il y aura de métacarpiens plus tard. La charpente squelettogène des doigts apparaît à la suite des métacarpiens. Le développement des nodules cartilagineux procède également du centre vers la périphérie, comme la charpente squelettogène elle-même.

Bien que l'ébauche squelettogène ait disparu au bras et à l'avant-bras quand elle se développe dans la main, la charpente squelettique ou squelettogène n'est pas moins, à un moment donné, une masse *continue* de la racine du membre au bout des doigts. En effet, comme nous le verrons, les nodules ou segments cartilagineux sont reliés pendant quelque temps par des portions ou restes squelettogènes qui n'ont pas subi encore la transformation cartilagineuse ni la liquéfaction amenant la disparition d'une portion du tissu.

Outre le lapin et le cobaye, j'ai étudié divers mammifères domestiques en ce qui concerne la configuration de l'ébauche squelettogène; mais il m'a semblé inutile de la décrire en détail chez les tétradactyles, les didactyles et les monodactyles. En effet, cette configuration est identique à l'ensemble des nodules cartilagineux et des segments intercartilagineux qui vont s'y développer, il me suffit, par conséquent, de renvoyer à mes *mémoires* I et II (fig. 1 à 16), pour que chacun puisse juger des différences morphologiques, que présente, à l'origine, d'un mammifère à l'autre, la charpente de l'extrémité des membres.

1. *Considérations historiques et théoriques sur la morphologie des membres.*

Pendant des siècles, les efforts des anatomistes tendaient essentiellement à découvrir le *plan* sur lequel avait été bâti le squelette des animaux et les variations du modèle primordial.

Buffon parle de « dessein primitif »; Étienne Geoffroy Saint-Hilaire y voit l'*unité de composition organique*; Gœthe entrevoit un *type* et R. Owen, un *archétype*.

Dès 1832, Dugès[1] essaya d'établir la conformité organique des membres dans la série des êtres; comparant les membres de l'homme et des vertébrés à ceux des animaux articulés, il eut l'idée qu'ils répondaient à plusieurs des membres des articulés et que chacun d'eux résultait de la soudure en un système unique d'autant de membres élémentaires que nous avons de doigts. La soudure de ces cinq appendices élémentaires serait complète au bras et à la cuisse, moins complète à l'avant-bras et à la jambe; puis viennent cinq rangées d'os digitaux (carpe, métacarpe et doigts) qui se terminent par cinq doigts libres. Telle serait la conformation des animaux pentadactyles; mais chez nombre de vertébrés, la fusion des rayons digitaux descendrait plus loin, de sorte que les métacarpiens ou métatarsiens se soudent de proche en proche en trois, en deux ou en un seul os.

Cette argumentation et ces spéculations reposent en grande partie sur la considération du sytème nerveux des membres qui serait constitué pour chaque membre de cinq nerfs rachidiens, issus de cinq trous intervertébraux.

P. Gervais[2], tout en accordant qu'il n'y a qu'un *seul* fémur pour le membre abdominal, qu'un *seul* humérus pour le membre thoracique, pense que l'humérus ou le fémur est unique à la manière du canon des ruminants, et, qu'en réalité il résulte de la fusion de plusieurs rayons osseux élémentaires. En un mot, les membres des vertébrés résultent chacun de la soudure plus ou moins complète de cinq rayons ou appendices simples et unidigités. La nature aurait modifié ces rayons pour les joindre les uns aux autres dans une partie de leur longueur et en former un tout harmonique.

Les variétés que nons observons seraient dues à la coalescence, à la diminution de volume, à la suppression totale ou, dans un autre ordre de faits, à l'excès dans le développement ou au dédoublement.

Pour arriver à ces résultats, la nature réunit ou divise les éléments osseux, musculaires, vasculaires ou nerveux dont elle dispose; elle réduit leur volume ou l'exagère ou bien encore elle modifie leur forme dans la série des espèces ou suivant l'âge des sujets. Toutefois, les transformations qu'elle opère ne sont pas tellement profondes qu'on ne retrouve, dans la plupart des cas, l'indication du plan d'après lequel elle se guide et que l'on ne puisse reconnaître, dans beaucoup de circonstances, l'uniformité primitive des matériaux qu'elle emploie.

P. Gervais trouve à l'humérus et au fémur trois rayons seulement au lieu de cinq; encore, ajoute-t-il (*loc. cit.*, p. 128) deux d'entre eux, ceux qui occupent les parties latérales du rayon principal, seront-ils plus ou moins rudimentaires.

1. *Conformité organique de l'échelle animale.*
2. *Théorie du squelette humain*, 1856.

De même, à l'avant-bras et à la jambe, il n'existe que *deux* os; on y trouverait plusieurs rayons digitifères, le *radius* ou le *tibia* répondant chacun à deux et peut-être à trois rayons élémentaires. Le cubitus ou le péroné représentent un autre rayon; enfin le pisiforme ou la saillie du talon appartiendraient à l'avant-bras ou à la jambe et non point au carpe ou au tarse; ils figureraient chacun un rayon rudimentaire de l'avant-bras ou de la jambe.

L'étude des membres naissants des mammifères et leur comparaison avec les membres adultes de certains vertébrés aquatiques semblèrent corroborer ces conclusions. Dès que les membres sont devenus apparents chez l'embryon, ils se terminent en une sorte de palette. Cette disposition en palette est à peu près la même soit que les membres deviennent plus tard des mains, des nageoires ou servent uniquement à la marche.

Voici l'explication de ces transformations pour ceux qui admettaient la théorie de l'unité de plan :

« Pendant l'âge fœtal, dit Gervais (*loc. cit.*, p. 131) se dessinent les différents rayons osseux qui permettent à ces organes d'exécuter les fonctions particulières auxquels ils sont destinés.

« Les animaux mammifères ressemblent toujours plus ou moins à l'homme sous ce rapport; néanmoins, quelques-uns d'entre eux conservent pendant toute leur vie une palmature souvent fort étendue, qui résulte de la persistance de l'enveloppe tégumentaire des doigts. C'est ce qui conserve à ces derniers la forme de rame qu'elle a toujours dans l'embryon. Cette enveloppe cutanée des doigts persiste d'ailleurs dans les parties métacarpienne et métatarsienne chez les différentes espèces.

« La disposition ramiforme de la main et du pied qui caractérise les espèces auxquelles nous venons de faire allusion, paraît donc tenir à la persistance plus au moins complète de l'état sous lequel ces parties se montrent d'abord chez l'embryon. Aussi les espèces aquatiques et réellement palmigères occupent-elles habituellement les derniers rangs dans les groupes naturels auxquels elles se rattachent, et suivant l'infériorité plus ou moins évidente de ces groupes, leur membres sont aussi composés de parties qui restent plus uniformes entre elles. »

P. Gervais, comme tant d'autres (voir plus loin, p. 487), n'a pas su distinguer le stade où la main ou le pied sont uniquement représentés par le métacarpe ou le métatarse du stade suivant, où ces deux régions sont suivies de doigts libres.

Si, au premier de ces deux stades, les membres de tous les embryons de mammifères ont la forme de rames ou de palettes, c'est qu'ils ne se terminent que par la région métacarpienne ou métatarsienne et que les doigts libres ne se sont pas développés encore.

Regarder la disposition ramiforme comme un état inférieur, c'est mettre le singe et l'homme au-dessous du bœuf et du cheval!

Telle était la manière de voir de ceux qui admettaient un type ou plan commun suivant lequel les membres auraient été construits dès l'origine. L'interprétation changea dès l'avènement du transformisme : dès

lors, les ressemblances sont dues à l'origine commune et les variations à l'adaptatation.

Pour démontrer le fait, on s'adressa d'une part aux membres des vertébrés inférieurs, de l'autre, aux membres naissants des vertébrés supérieurs.

La forme primitive de palette natatoire, qui persisterait chez les poissons inférieurs reçut le nom d'*archiptérygium*; selon Gegenbaur[1], l'archiptérygium serait réalisé chez le *Cératodus* : c'est une nageoire dont l'axe est formé par une tigelle articulée, sur laquelle s'articule de part et d'autre une série de rayons latéraux.

Chez certains squales, tels que l'acanthias, on ne retrouve plus qu'une seule rangée sur le côté externe de l'axe squelettique de la nageoire, la rangée interne s'étant atrophiée en grande partie. C'est la nageoire de la plupart des poissons.

En ce qui concerne les membres avec cinq rayons digitaux des batraciens, des reptiles, des oiseaux et des mammifères, on considère l'axe squelettique comme passant par le cubitus et le péroné et le cinquième ou petit doigt. D'autres admettent que cet axe passerait par le tibia ou le radius et finirait dans le pouce ou gros orteil. En un mot, les extrémités des vertébrés supérieurs représenteraient chacune un archiptérygium unisérié : le rayon principal ou axe passant soit par le petit doigt ou soit par le pouce ou gros orteil.

Quelles modifications a subies ce membre à nombreux rayons pour se transformer en une extrémité terminée par cinq doigts ou moins encore (*cheiroptérygium*, *chiroptérygium* ou *chiridium*)? Nul problème n'a jamais reçu de solutions plus fantaisistes. Pour qui désire s'en faire une idée, je ne puis mieux faire que de renvoyer à un excellent mémoire de C. Rabl[2], qui expose toute l'histoire de la question. A l'origine, Gegenbaur considérait l'humérus, le radius et le pouce comme représentant l'axe ou rayon principal sur lequel venaient s'attacher latéralement les rayons secondaires formés l'un par le cubitus et le petit doigt, les trois autres par les osselets du carpe et les trois rayons de l'annulaire, du médius et de l'index. Plus tard, il fit passer le rayon principal par le cubitus et le petit doigt. A une certaine époque, Gœtte et Wiedersheim pensèrent que le rayon principal était représenté par le cubitus et l'index; de sorte que le chiroptérygium n'était qu'un archiptérigium bisérié (le pouce était un rayon secondaire du côté *interne* et les trois doigts externes figurant trois rayons secondaires *externes*). D'autres faisaient passer l'axe principal par l'index; de sorte que les rayons secondaires se trouvèrent disposés à l'inverse de la conception précédente. Pour Semon, l'axe ou rayon principal serait le doigt médian.

1. Ueber das Archipterygium, *Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaften*, vol. VII, 1873, p. 131.

2. Gedanken und Studien über den Ursprung der Extremitäten, *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, vol. 70, 1901, p. 474.

Le succès de ces spéculations est facile à comprendre : par leur situation et leur allure scientifique, leurs auteurs en imposaient aux jeunes esprits qui prenaient ces conceptions pour l'expression même des phénomènes naturels.

Cette croyance a suscité nombre de recherches et de publications dont l'unique mérite est de confirmer la théorie du jour.

2. *Développement ontogénique des membres. — Historique.*

Déjà en 1884 et 1885, j'ai relevé les méprises et les erreurs qui se sont propagées à la suite d'un examen superficiel des membres naissants (voir Mém. I et II). Selon l'une d'elles, qui date de la première moitié du XIXe siècle, les doigts seraient d'abord réunis chez tous les vertébrés par une membrane continue jusqu'au bout. C'est v. Baer[1] qui annonça que, sur l'embryon de poulet, les trois phalanges se développent dans une expansion membraneuse commune à tous les doigts.

Sans regarder, ou à la suite d'un examen superficiel, on crut voir et on représenta la même disposition primitive dans les membres naissants de tous les vertébrés, les mammifères et l'homme y compris. Cependant W. Nagel[2] a décrit et figuré chez les embryons de taupe les phénomènes tels que je les ai observés sur les autres mammifères : les métacarpiens seuls et les premières phalanges apparaissent dans l'expansion membraneuse commune; les deuxième et troisième phalanges se développent plus tard dans la portion *libre* du doigt.

De nombreux transformistes pour qui la croyance en une doctrine remplace l'observation, crurent trouver dans cette extrémité primitivement palmée la preuve en faveur de l'origine identique des membres de tous les vertébrés. « La forme initiale des membres est toujours la même, écrivit C. Vogt en 1884 (voir mon Mémoire II, p. 61) : une palette arrondie, appliquée aux flancs, dans laquelle se développent cinq rayons, les doigts futurs, réunis jusqu'au bout par l'expansion membraneuse de la palette. »

Bien plus, quand les segments squelettiques y apparaîtront, leur nombre et leur disposition primitive seraient les mêmes chez tous les embryons de mammifères, par exemple, en vertu de l'axiome qui veut que l'ontogénie ne soit qu'une récapitulation de la phylogénie. Si plus tard le nombre des doigts est différent et que leur développement soit variable, cela provient de l'exercice et de l'usage exclusif de certains rayons. L'atrophie des autres doigts est le résultat de leur inactivité chez l'être adulte.

Cette doctrine ne répond pas à la réalité; mais, comme les apparences parlent en sa faveur, elle continue de régner ; qu'il me suffise de citer les

1. *Ueber die Entwickelungsgeschichte der Säugethiere*, Königsberg, 1828.
2. *Die Entwickelung der Extremitäten der Säugethiere*, Inaug. Dissertation, Marburg, 1878, p. 33.

paroles de M. Leboucq[1], qui dernièrement a publié des recherches sur le développement de l'aile des chauve-souris.

« Les différentes étapes, dit Leboucq, par lesquelles le cheiroptérygium primitif a passé pour devenir l'organe complet de l'adulte se retrouvent encore dans les divers stades de l'évolution ontogénique.

« La première ébauche des membres chez les cheiroptères ne se distingue en rien de celle que l'on observe chez les autres mammifères. Il y a de chaque côté deux tubercules en forme de palettes d'abord élargies à la base, mais s'étranglant à mesure que le développement progresse. A ce stade, aucun repli cutané unissant les membres antérieurs et postérieurs du même côté n'est encore visible; la forme générale de l'embryon est représentée dans le manuel de Schultze (fig. 66, p. 54).

M. Leboucq représente trois coupes d'une série faite dans le membre antérieur d'un fœtus de murin long de 7 millimètres (fig. 3, 4 et 5). A ce stade, dit-il (p. 167), aucune partie squelettique n'est encore différenciée à l'état de cartilage, mais la différenciation du tissu squelettogène est assez bien prononcée pour permettre de distinguer, par la condensation spéciale des éléments, le radius et le cubitus et les rayons des doigts.... Les éléments du carpe ne sont pas encore différenciés : cette partie de la main est représentée par une traînée de tissu squelettogène en continuité avec l'extrémité distale du cubitus traversant obliquement la main vers le bord radial pour aboutir au rayon qui doit devenir le pouce. Sur cette traînée oblique (fig. 4 et 5) sont greffées des traînées rayonnantes dirigées vers le bord libre de la palette : ce sont les ébauches des rayons 2 et 5. Ces rayons comprennent à leur base les carpiens non différenciés de la rangée distale.

Je suis bien aise de remarquer que la croyance en la théorie n'empêche pas tout le monde de regarder et de voir les choses telles qu'elles sont. Thilenius[2], par exemple, tout en faisant précéder son travail d'une déclaration de principes officiels, note que les segments squelettiques, qui seront rudimentaires, se développent plus tard que les pièces essentielles. J'ajoute que certains organes *ancestraux* oublient d'apparaître.

De là à prétendre que *tous* les organes sont *préformés* sur le même modèle chez *tous* les embryons de vertébrés, il n'y a qu'un pas. La fonction seule pousserait l'organe à se développer; le défaut d'usage futur l'empêcherait de prendre une forme et un volume déterminés.

Par l'examen des membres naissants, il est aisé de se convaincre du peu de valeur de ces théories qui ont pris naissance durant les périodes d'inobservation.

1. *Recherches sur la morphologie de l'aile du Murin* (Vespertilio murinus). Livre Jubilaire dédié à Ch. van Bambeke, Bruxelles, 1899.

2. *Anatomischer Anzeiger*, 1897, p. 485.

Tant que les membres naissants se réduisent à des moignons correspondant au bras et à l'avant-bras, l'ébauche squelettogène présente à peu près même configuration chez tous les mammifères que j'ai examinés : une tigelle arrondie pour le bras et une lamelle aplatie pour l'avant-bras.

Au niveau du *poignet*, déjà, on observe des différences : chez les animaux pentadactyles (hommes, carnivores, rongeurs), l'ébauche squelettogène du carpe est remarquable par le fait que sa largeur l'emporte sur sa hauteur et ses dimensions antéro-postérieures (dorso-palmaires).

Chez le porc, le bœuf et le mouton, les bords de l'ébauche squelettogène se recourbent en arrière (vers la face palmaire), ce qui diminue son diamètre transversal.

Chez l'embryon de cheval, l'ébauche squelettogène du poignet présente un diamètre dorso-ventral qui tend à égaler le diamètre transversal.

Les rayons digitaux (métacarpe et doigts) de l'ébauche squelettogène offrent une disposition et un accroissement qui sont subordonnés au développement et à la configuration de la portion carpienne : chez les pentadactyles, les *quatre* rayons *externes* s'ordonnent sur le même plan frontal et acquièrent tous un grand développement. Chez les tétradactyles, les rayons latéraux de l'ébauche squelettogène se disposent sur un plan postérieur aux rayons médians et restent plus faibles que ces derniers. Les rayons latéraux du *bœuf* et du *mouton* ne sont représentés que par des traînées squelettogènes rudimentaires qui apparaissent en arrière des rayons médians. Chez le cheval enfin, les rayons latéraux de l'ébauche squelettogène se réduisent à des traînées minces qui se placent sur un plan postérieur et ne se prolongent pas au delà de la région métacarpienne.

Les membres des mammifères apparaissent sous la forme de palettes ou de rames ; cette forme identique ou commune ne dépasse pas le stade où les moignons correspondent au bras ou à l'avant-bras.

Dès que le poignet et la main se développent, l'ébauche squelettogène varie de configuration. Autrement dit, les extrémités des membres ne passent plus chez les espèces actuelles par les mêmes étapes que chez leurs ancêtres ; la forme originelle a disparu, s'est perdue chez les tétradactyles, les didactyles et les monodactyles où l'on retrouve seulement le type modifié par l'adaptation.

Dès 1884, l'étude du développement du squelette cartilagineux des membres m'a conduit à des résultats complètement analogues aux précédents. Malheureusement, les faits que j'avais observés (voir Mém. I et II) ne rentraient ni dans le cadre du *plan architectural commun*, ni dans la formule de ceux qui continuent à répéter : l'ontogénie est une récapitulation de la phylogénie.

Voilà pourquoi W. Krause et quelques autres auteurs exprimèrent leur incrédulité dans les comptes rendus qu'ils firent de mes recherches. Aussi, sauf une, peut-être deux exceptions, aucun auteur qui depuis 1884 s'est occupé du développement des extrémités, n'a-t-il songé à vérifier mes observations et tous continuent, on l'a vu plus haut, à répéter que les « ébauches squelettiques sont partout les mêmes dans les membres naissants des mammifères ». Quelque attrayante et générale que semble cette proposition, elle n'est fondée que sur les apparences qui sont trompeuses dans le cas présent. Non seulement elle est erronée, mais encore impuissante à nous renseigner sur la cause qui détermine les *différences de connexions* qu'on observe dans les rayons latéraux des divers mammifères et le moindre développement que présentent ces rayons dès leur apparition embryonnaire.

La configuration de l'ébauche squelettogène commande la forme du squelette cartilagineux et osseux; elle est la condition du développement relativement variable des rayons digitaux. Chez les pentadactyles, les quatre rayons *externes* se placent sur un même plan frontal et acquièrent à peu près le même degré de développement. Chez les tétradactyles, nous voyons, dès la période embryonnaire, les doigts latéraux prendre une disposition postérieure (palmaire) et rester plus faibles que les doigts médians ou antérieurs (dorsaux). Chez les ruminants, cette disposition s'accentue davantage; d'où atrophie relative des doigts postérieurs qui ne sont plus que des rudiments. Enfin chez le poulain, la traînée médiane du tissu squelettogène tend à occuper à elle seule tout le plan antérieur du carpe et du métacarpe; elle donne naissance au rayon digitifère du doigt du milieu, et les traînées latérales, rejetées en arrière restent faibles et produisent uniquement les métacarpiens, que, je le répète, je n'ai jamais vu suivis de phalanges.

L'étude comparée du membre abdominal fournit des résultats identiques qu'il est inutile d'exposer en détail dans le présent travail.

Ces faits légitiment une autre conclusion qui me semble inté-

ressante. Il en est toujours pour nier l'hérédité des caractères acquis. La paléontologie a établi que les mammifères tétradactyles, didactyles et monodactyles descendent d'ancêtres pentadactyles. Or, si certains segments n'apparaissent plus chez les premiers, si ces segments prennent des dispositions et des connexions différentes dès leur apparition chez les embryons des espèces actuelles, c'est que les *variations* déterminées par le milieu ou la lutte pour l'existence, non seulement sont fixées par l'hérédité, mais sont transmises à l'embryon, sans que les organes de ce dernier apparaissent pendant certains stades de développement en *même* nombre et sous la *même* forme qu'ils existaient chez les ancêtres plus ou moins reculés.

L'étude embryologique des membres *rudimentaires* me paraît corroborer ces conclusions.

Les cétacés adultes sont dépourvus d'ailerons postérieurs ou membres abdominaux. N'en existe-t-il jamais à aucune période de développement? G. Guldberg[1] a montré que les embryons de *delphinidés* présentent des rudiments d'ailerons postérieurs. G. Gulberg a eu la bonne fortune de pouvoir étudier 3 embryons de *Phocæna communis* (longs de 7 millimètres, de 17 millimètres et de 18 millimètres) et un embryon de *delphinus acutus* d'une taille de 26 millimètres. Il a observé sur ces embryons des saillies situées de part et d'autre de la base du tubercule génital. Ces saillies se présentaient sous la forme de rames ovalaires constituées par du mésoderme indifférent et vasculaire et revêtues d'un épithélium peu délimité du côté profond. Sur l'embryon de 17 millimètres, le squelette du bassin n'est encore représenté que par du tissu conjonctif condensé; la base de l'ébauche de l'aileron abdominal confine à ce tissu condensé. On voit, de plus, quelques traînées de tissu condensé traverser l'ébauche du membre. Si l'on examine les coupes reproduites par Guldberg dans son travail (fig. 4 et 5 du texte, fig. 2, 3, 4 et 5 de la planche XX), on aperçoit au centre de l'aileron abdominal une courte tigelle de tissu condensé qui rappelle le tissu squelettogène présenté par les membres naissants des autres mammifères. Malheureusement, les coupes sont dessinées à un grossissement faible, qui ne permet guère de se prononcer sur la structure de ce tissu.

Quoi qu'il en soit, ce *tissu condensé* de l'aileron ne dépasse pas ce stade primitif; c'est-à-dire que l'organe n'évolue pas; il disparaît. Son apparition et son premier développement semblent attester l'existence de véritables membres abdominaux qui ont *fonctionné* chez les ancêtres menant une vie moins essentiellement aquatique. Se confinant exclusivement dans

1. Neue Untersuchungen über die Rudimente von Hinterflossen bei jungen Delphinenembryonen, *Internationale Monatschrift f. Anat. u. Physiol.*, 1899, vol. XVI.

ce nouveau milieu, les descendants ont trouvé avantage à se servir de toute la région caudale en guise de rame ou de gouvernail; d'où défaut d'usage pour les ailerons abdominaux et leur atrophie consécutive. Cependant ces organes continuent à être ébauchés pendant la vie embryonnaire, comme le sont, par exemple, les arcs branchiaux et les fentes branchiales des vertébrés amniotes, parce qu'il s'agit là d'organes qui étaient d'une importance considérable dans la vie des ancêtres. Et encore apparaissent-ils sous une forme et un état qui reproduisent le tout premier stade du développement des membres des autres mammifères; c'est un moignon réduit à la racine de la cuisse; mais la base du membre abdominal continue à évoluer au point de vue des tissus comme sur les autres mammifères : tandis que le moignon cesse de se développer et s'atrophie, l'ébauche squelettogène du bassin se transforme en cartilage; en effet, Guldberg signale un bassin cartilagineux sur un fœtus de dauphin long de 26 millimètres, mais chez lequel les derniers vestiges de l'aileron abdominal étaient en voie de s'effacer.

De prime abord, il paraît y avoir contradiction entre les deux ordres de faits évolutifs dont je viens de citer des exemples : l'apparition constante de fentes et d'arcs branchiaux chez les vertébrés supérieurs, de tubercules à la place des pattes abdominales chez les Cétacés, ne semble-t-elle pas en opposition avec l'absence du pouce chez les embryons de mammifères tétradactyles et didactyles; de pouce et de petit doigt chez ceux de monodactyles? Je répète encore n'avoir jamais vu chez l'embryon de cheval les rayons squelettogènes de l'index et de l'annulaire dépasser l'extrémité *distale* du métacarpien ou du métatarsien du milieu. Autrement dit, en ce qui concerne le développement du squelette des extrémités des membres, l'ontogénie n'est point une récapitulation de la phylogénie. La proposition est exacte, au contraire, pour la région branchiale des Amniotes et les rudiments des membres abdominaux des Cétacés.

Si je ne me fais illusion, il est possible de trouver une explication aux deux ordres de faits, si l'on tient compte de l'hérédité des caractères *acquis* (voir, p. 491) qui tend constamment à transformer et à faire disparaître les propriétés ancestrales du protoplasma. La région branchiale et la base des membres abdominaux se constituent à un stade précoce et leur évolution débute sous la même forme que chez les ancêtres; mais elle est arrêtée ou modifiée par les qualités nouvelles que les parents moins éloignés ont imprimées au protoplasma dans la lutte pour l'existence. Pour des organes de formation plus tardive, tels que les extrémités des membres, le proto-

plasma squelettogène semble déjà avoir perdu toute réminiscence de l'état ancestral; il n'obéit plus qu'à l'impulsion transmise par les parents directs et édifie du premier jet la forme que présente la charpente squelettique des mammifères actuels.

En un mot, la main et le pied des mammifères *actuels* présentent, dès leur apparition, une forme différente, parce que l'hérédité transmet *directement* les modifications dues à l'adaptation. Ces faits cadrent parfaitement avec les observations générales de Lamarck et rentrent dans la loi que ce savant a formulée, dès 1809, dans sa *Philosophie zoologique* dans les termes suivants : « Tout ce que la nature a fait acquérir ou perdre aux individus par l'influence des circonstances où leur race se trouve depuis longtemps exposée, et par conséquent, par l'influence de l'emploi prédominant de tel organe, ou par celle d'un défaut constant de telle partie; elle le conserve par la génération aux nouveaux individus qui en proviennent, pourvu que les changements acquis soient communs aux deux sexes ou à ceux qui ont produit ces nouveaux individus ».

II

Structure et accroissement de l'ébauche squelettogène.

La figure IX représente en 1 une portion de l'ébauche squelettogène de l'un des métacarpiens de la figure VIII, mais à un grossissement fort. C'est une masse cellulaire constituée par des noyaux arrondis ou ovalaires d'un diamètre de 6 à 8 μ. Ces noyaux se colorent d'une façon intense; ils sont remplis de granules fins et serrés de chromatine; parmi ces granules, il y en a 1 ou 2 qui sont gros, de 1 et 2 μ, et qui ressemblent à de vrais nucléoles. La membrane nucléaire est distincte et se colore également très vivement dans les noyaux où les granules chromatiques ne sont pas très abondants.

Quant au protoplasma internucléaire, il est commun aux divers noyaux; car on n'y distingue aucune limite cellulaire; son étendue varie dans l'intervalle de deux noyaux adjacents entre 1 et 2 μ. Il paraît homogène et réfringent. Fixé par le liquide de Müller saturé de bichlorure de mercure, et coloré par la thionine anilinée, il

montre à un fort grossissement de fines stries formées de granulations juxtaposées, que teintent l'hématoxyline et la thionine. C'est pour ce motif que je les nomme *chromophiles*, pour rappeler que ces granulations présentent des réactions microchimiques analogues à celles des granulations chromatiques du noyau.

En approchant de la périphérie du rayon squelettogène (fig. IX en 2), on voit le protoplasma internucléaire augmenter et écarter les noyaux en même temps qu'il devient plus transparent. L'hématoxyline et la thionine ne teintent plus que la portion périnucléaire du noyau et quelques filaments qui en partent, se divisent et s'anastomosent avec leurs congénères des éléments voisins.

Autrement dit, à la périphérie de l'ébauche squelettogène, le protoplasma commun s'accroît et se différencie : 1° en une substance hématoxynophile ou thioninophile que j'appelle *chromophile* tout court, et 2° en un protoplasma clair ou hyaloplasma compris dans les mailles du réseau chromophile.

L'ébauche squelettogène présente à l'origine une stucture partout identique, quels que soient les tissus (cartilagineux, fibreux ou muqueux) qu'elle élaborera ultérieurement. Pour s'en convaincre, il suffit de comparer les dessins IX en 1, XIII en *d* et XV : le cytoplasma *d* fig. IX produira du cartilage hyalin; le cytoplasma *d*, fig. XIII, se transformera en tissu fibreux et le cytoplasma de la fig. XV, emprunté à un segment intercartilagineux, deviendra tissu muqueux puis disparaîtra par fonte. Bien que ces dessins aient été faits à des grossissements différents, il est aisé de voir que les noyaux sont partout séparés et réunis les uns aux autres par un protoplasma qui, à l'origine, possède les mêmes caractères morphologiques et microchimiques.

L'allongement et la croissance du tissu squelettogène se font de la façon suivante : les noyaux se divisent par mitose; dans chaque coupe on observe des dizaines d'images karyokinétiques. Pendant la mitose, la mince couche de protoplasma intermédiaire se répartit autour des noyaux sans que la division ou la séparation se fasse entre le protoplasma ou corps cellulaire des jeunes éléments; il en résulte un tissu à protoplasma commun et à nombreux noyaux.

J'ai appelé le tissu qui nous occupe *squelettogène* pour indiquer sa destinée et pour ne pas créer un mot nouveau; mais ce tissu est des plus répandus dans tout l'organisme; je l'ai trouvé à tous les

stades *jeunes* en étudiant l'évolution des organes les plus divers[1].

Dans l'histogénèse des follicules clos des amygdales, des plaques de Peyer, du derme, des ganglions lymphatiques, du cartilage, j'ai observé *constamment* des masses protoplasmiques continues, contenant de nombreux noyaux et possédant tous les caractères du tissu squelettogène. Je lui ai donné selon les variétés de tissu qu'il élabore, divers noms, tels que *tissu conjonctif primordial*, *précartilage*, etc.

Même à une époque où je n'avais aucune notion précise de l'histogénèse de ces divers organes, j'ai signalé dans le tubercule génital des embryons de mammifères un tissu qui, comme je m'en suis assuré depuis, n'est qu'une masse protoplasmique commune et à nombreux noyaux.

Dès cette époque, j'avais été frappé par les traînées de cellules serrées, dépourvues de vaisseaux qui apparaissaient au lieu qu'occuperont plus tard les corps caverneux et spongieux.

Chez tous les embryons, ce tissu se présente dans les organes génitaux sous la forme de cordons denses que j'ai comparés à des *tendons* ou *ligaments embryonnaires*. L'assimilation est des plus justes, puisque les uns et les autres sont à l'origine constitués par une masse protoplasmique commune et continue. Comme dans les membres, ce tissu primordial subit, selon les régions, une évolution bien différente.

Chez la plupart des mammifères[2] cette ébauche commune des organes génitaux se convertit en vaisseaux sanguins et en trame fibreuse (*tissu érectile*); sur le chien, le chat, le cobaye, la souris, le rat, la plus grande partie de ce squelette embryonnaire se transforme également en tissu érectile, mais sa portion distale ou glandaire qui, à l'origine, est identique au reste, élabore du cartilage, lequel se convertit plus tard en tissu osseux.

Quelle que soit la destinée de ces tissus jeunes à protoplasma commun, leur structure est la même à l'origine et les phénomènes évolutifs qu'on y observe se réduisent essentiellement à la multiplication par voie mitosique et à l'accroissement. L'étude de ces masses à protoplasma commun fournit des renseignements cyto-

1. Voir l'énumération de ces faits dans mon travail cité des *Comptes Rendus de l'Association des Anatomistes*, 4e session, Montpellier, 1902.

2. *C. R. Société de Biologie*, 1887, p. 399, 427 et 496, et *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie,* 1892, p. 249.

logiques qui me paraissent intéressants à divers égards. Elle permet de déterminer, par exemple, l'influence qu'exerce le noyau sur la genèse protoplasmique. Tant que l'ébauche squelettogène (tissu conjonctif primordial) n'est constituée que par des noyaux serrés, le protoplasma internucléaire et commun est réduit à des interlignes ne dépassant pas 1 à 2 μ. A cet état, ce tissu prolifère et s'accroît énormément par divisions nucléaires et cette multiplication a pour effet de produire l'allongement des membres naissants.

Il est bien entendu que la multiplication des noyaux est accompagnée de la production constante de nouvelles quantités de protoplasma primitif ou internucléaire qui sépare les noyaux. Ici c'est donc le noyau qui joue le rôle capital dans la genèse de la matière vivante.

Les premiers phénomènes de développement consistent dans la prolifération nucléaire, qui précède la formation des parties *protoplasmiques* amorphes et figurées. Comme, plus tard, la formation d'un corps cellulaire plus notable et les élaborations protoplasmiques continuent à se faire de même en présence et sous l'influence du noyau, on peut affirmer que la substance organique procède du noyau. *Tota cellula et tota vita ex nucleo.*

Le premier protoplasma qui apparaît autour du noyau en voie de division est transparent et peu colorable : le cytoplasma *jeune* rappelle donc les caractères du nucléoplasma. Se forme-t-il par transsudation ou sortie de ce dernier au moment où la membrane nucléaire disparaît pendant la prophase de la division cellulaire? Tout me porte à le croire.

La division du noyau achevé, ce cytoplasma transparent se transforme en un cytoplasma très finement granuleux et très colorable, c'est-à-dire en *substance chromophile.* A mesure que la quantité du cytoplasma augmente autour du noyau, la substance chromophile subit des changements dans son aspect et sa structure : elle se dispose en trabécules qui s'anastomosent entre elles et dans leur intervalle apparaît un cytoplasma clair, peu colorable, que j'ai désigné sous le nom d'*hyaloplasma.*

L'évolution ultérieure de ce tissu à protoplasma commun varie selon les organes : dans le *derme* (voir mon Mém. *Assoc. anat.*, 1re session, 1899, p. 11), dans les ganglions lymphatiques de certains animaux, les trabécules chromophiles peuvent prendre les propriétés des fibres élastiques de même que l'hyaloplasma peut se

fibriller et se transformer en fibrilles conjonctives ou collagènes. Dans d'autres points et d'autres organes, l'hyaloplasma peut subir la fonte, ainsi que les filaments chromophiles. Il en résulte la mise en liberté des noyaux et de la portion périnucléaire du cytoplasma.

Chez les vertébrés inférieurs, le cytoplasma du tissu conjonctif en général, des ganglions lymphatiques des oiseaux en particulier, subit la dégénérescence hémoglobique; il en est de même chez les embryons des mammifères adultes soumis à l'anémie. La mise en liberté de ces éléments cellulaires produit les hématies du sang circulant. Dans les conditions de bonne nutrition, les noyaux *seuls* de ces mêmes tissus des mammifères se transforment en *hématies*.

Comme nous le verrons plus loin, le tissu à protoplasma commun est le siège d'autres modifications morphologiques et structurales, quand il se convertit en cartilage. Il est indipensable d'avoir présent à l'esprit l'ensemble de ces faits pour se faire une idée de la structure du protoplasma *jeune* proprement dit et des tissus auxquels il donne naissance dans son évolution ultérieure. Le grand tort des auteurs a été de généraliser la structure d'un tissu donné et de l'appliquer indistinctement aux tissus, surtout quand ils se trouvent à des stades évolutifs différents.

Leydig[1] affirme avoir le premier distingué dans le protoplasma cellulaire : 1° un réseau de trabécules ou charpente spongieuse, c'est ce qu'il a appelé *spongioplasma*; 2° une substance remplissant les mailles de ce réseau et à laquelle il donne le nom d'*hyaloplasma*. L'observation est exacte, pour un stade donné, mais en étendant la structure spongieuse ou réticulée aux stades jeunes, on tombe dans l'erreur. Heitzmann (1873), puis Klein (1878-1879)[2], ont eu raison de décrire un *réseau protoplasmique* dans nombre de cellules; mais ils ont eu tort de supposer que le protoplasma fluide, sans structure, qui remplit les mailles, est indifférent. Leydig a commis la faute inverse en attribuant au protoplasma homogène ou hyaloplasma toutes les propriétés vitales et en considérant le réticulum ou spongioplasma comme une charpente inerte ou un squelette dénué de vie. Au lieu d'un réticulum, Flemming admet l'existence de filaments entrecroisés (structure filaire). Enfin, Arndt, Altmann et d'autres ramènent toute la structure du protoplasma à des granulations très fines arrangées diversement.

Dès 1874 et 1875, von Kupffer distingua dans le corps cellulaire des

1. *Untersuchungen zur Anatomie u. Physiologie der Thiere*, 1883; *Zelle u. Gewebe*, 1885.

2. Voir les indications bibliographiques dans Henneguy, *Leçons sur la Cellule*, 1896.

cellules hépatiques le protoplasma proprement dit qui affecte la forme d'un réticulum très serré et formant des mailles de 2 μ remplies d'une substance plus liquide, dite *paraplasma*.

En 1896, von Kupffer montre que le corps cellulaire des diverses espèces cellulaires a des caractères bien différents, il cite comme exemples les hématies, les cellules musculaires et glandulaires; il décrit à ces éléments une structure et des propriétés microchimiques tout autres. Telles sont les raisons qui l'ont porté, dès 1874, à y distinguer le *protoplasma*, qui est la substance primaire ou *active*, et le *paraplasma*[1] ou substance *passive* et *secondaire* (paraplaste). L'hémoglobine des hématies, la substance striée des muscles les fibrilles nerveuses représentent de la substance paraplastique.

Pour ARTHUR MEYER[2], une cellule végétale comprend : 1° *des organes protoplasmiques*, composés du cytoplasme proprement dit, du noyau, des trophoblastes; ils se développent par division et ne peuvent se former par genèse; 2° des *organes alloplasmiques* (ἄλλος, autre), tels que les muscles et les fibrilles nerveuses; ils résultent de la transformation du protoplasma proprement dit; 3° des *formations ergastiques* (ἐργαστικός, qui travaille, qui opère), produits de l'activité du protoplasma (amidon, membranes cellulosiques). On sait d'autre part que dans un tissu adulte qui a élaboré des fibrilles conjonctives ou musculaires, les noyaux persistent avec une portion périnucléaire de cytoplasma. Sous l'influence de l'irritation, ces noyaux avec leur portion cytoplasma-périnucléaire sont susceptibles de se diviser et de donner naissance à une masse protoplasmique commune contenant de nombreux noyaux et possédant une structure et des propriétés analogues au tissu primitif.

V. Sachs[3] a désigné cette portion de la cellule, réduite au noyau et à une mince couche de cytoplasma sous le nom d'*énergide*. Kölliker, l'avait appelée *protoblaste* depuis longtemps. D'après cette terminologie, l'hyaloplasma, les fibrilles conjonctives, la substance fondamentale seraient *du paraplasma* ou du cytoplasma *alloplastique*.

Les énergides seules se reproduisent par division ; le cytoplasma paraplastique ou alloplastique sera incapable de se multiplier par division.

Ces dénominations et ces distinctions peuvent paraître subtiles de prime abord; mais elles marquent autant de stades évolutifs d'une seule et même espèce cellulaire. Comme je l'ai montré à diverses reprises déjà, la façon dont les classiques comprennent la formation des tissus de la substance conjonctive n'est guère satisfaisante pour l'esprit. La prétendue forme primitive ou souche commune (mésenchyme ou *tissu muqueux*)[4] n'est nullement le tissu conjontif primordial (tissu squelet-

1. Παρὰ indique changement, différence, comparaison d'une chose à une autre.

2. Die Plasmaverbindungen und die Membranen von Volvox globator, etc., *Botanische Zeitung*, 1896, n° 11 et 12.

3. Voir Kölliker, Die Energiden von V. Sachs, etc., *Verhandlungen der physik.-med. Gesellschaft zu Wurzburg*, 1897, vol. XXXI.

4. Voir. O. Hertwig, *Traité d'embryologie*, 2e éd. française, p. 222 et 610.

togène). C'est en réalité une variété de tissu conjonctif, au deuxième stade d'évolution du tissu conjonctif primordial; je l'ai décrit, dès 1896, sous le nom de tissu *réticulé à mailles pleines d'hyaloplasma.*

La description que donne Hertwig de *la forme primitive du mésenchyme* est celle de ce tissu réticulé à mailles pleines : « Dans une substance fondamentale homogène, molle, tout à fait transparente, qui renferme de la mucine et qui par conséquent ne se gonfle ni dans l'eau chaude, ni dans l'acide acétique, sont réparties régulièrement, à peu de distance les une des autres, de nombreuses cellules anastomosées par des prolongements protoplasmiques ramifiés en tous sens ». (HERTWIG, *loc. cit.*)

III

ORIGINE ET MODE DE FORMATION DU PROTOPLASMA COMMUN ET A NOMBREUX NOYAUX.

Jusqu'aujourd'hui on a décrit le tissu à protoplasma commun et à nombreux noyaux sous les noms de *tissu indifférent* ou de *cellules embryonnaires.* La conception la plus généralemeet admise est celle d'un amas de cellules lymphatiques ou leucocytes.

J'ai déjà discuté ces questions (Voir mon Mém. VI, p. 291). Selon les frères Hertwig, dont la description est très précise, les premières cellules lymphatiqnes dériveraient des feuillets épithéliaux dont elles s'isoleraient à un moment donné pour constituer les *germes de tous les tissus de substance conjonctive.*

C'est par des mouvements propres et essentiellement actifs, grâce à un véritable amiboïsme, que ces cellules se détacheraient des feuillets épithéliaux, émigreraient dans les interstices des autres tissus, s'y diviseraient et constitueraient le tissu conjonctif.

C'est là la théorie du mésenchyme des frères Hertwig. Dans les récentes éditions de son *traité d'embryologie* (1900), O. Hertwig continue à soutenir que la forme primitive du tissu conjonctif ou mésenchyme est le *tissu muqueux.* Il explique ailleurs son développement de la même façon qu'antérieurement. « Certaines cellules, dit-il[1], se détachent des feuillets primitifs (ectoderme, endoderme ou mésoderme); grâce à leurs mouvements propres, ils immigrent dans les interstices des tissus et des organes et gagnent la substance gélatineuse ou amorphe qui s'y trouve. Chez les vertébrés, les cellules migratrices ainsi formées proviennent du mésoderme et constituent le *mésenchyme.* La substance gélatineuse s'accroît à mesure que les cellules migratrices y pénètrent et, à partir de ce moment, le mésenchyme possède une vie indépendante des épithéliums. C'est ce mésenchyme ainsi formé qui est le siège d'une série de différenciations ultérieures, de sorte que le tissu gélatineux primitif est

1. *Die Zelle u. die Gewebe,* II[tes] Buch, p. 228, 1898.

capable de se transformer en tissus conjonctif fasciculé, cartilagineux, osseux, etc.

En un mot, chez les animaux supérieurs, les intervalles qui se trouvent entre la membrane épithéliale externe (épiderme) et la lamelle interne revêtant le tube digestif sont comblés soit par des dépendances épithéliales (glandes) soit par des cellules migratrices ou mésenchymateuses devenant tissus de la substance conjonctive.

Les livres didactiques ont tous adopté la théorie du mésenchyme telle qu'elle a été formulée par les frères Hertwig. Je me borne aux citations suivantes :

Mathias-Duval[1], après avoir montré comment le mésoderme se différencie en prévertèbres et en lames splanchnique et somatique, continue ainsi : « Dans ces deux lames, les couches qui limitent immédiatement la cavité pleuro-péritonéale forment l'épithélium de cette cavité et les épithéliums génito-urinaires; le reste de ces lames est d'abord formé de cellules placées côte à côte, assez serrées; mais bientôt elles s'écartent, prennent un aspect plus ou moins étoilé, sont douées de mouvements amiboïdes et constituent ce qu'on appelle des *éléments mésenchymateux* ou *mésenchyme*. Ces *cellules mésenchymateuses*, toutes d'origine mésodermique, ont alors de grandes analogies avec les cellules lymphatiques ou cellules migratrices et c'est en effet par des mouvements de migration qu'elles vont occuper tous les espaces et interstices où doit se développer le tissu conjonctif. Elles sont formées d'un corps protoplasmique nu, avec un noyau souvent étiré en biscuit, parfois deux noyaux, et présentent en tout cas les phénomènes actifs de la division cellulaire. On les nomme *cellules conjonctives embryonnaires*, et lorsqu'on dit que dans le tissu conjonctif adulte, les cellules fixes reviennent à l'état embryonnaire, à la suite d'une inflammation, on exprime ce fait que la prolifération des cellules fixes donne en effet naissance à de jeunes éléments semblables à ceux du mésenchyme. »

Böhm et Davidoff[2] se rattachent également à la théorie des frères Hertwig : le feuillet moyen (mésoderme) fournit des cellules qui émigrent, vont dans les interstices des autres tissus, s'allongent se ramifient et s'anastomosent pour constituer les cellules mésenchymateuses. Ils figurent (p. 64 fig. 35) du tissu mésenchymateux d'un embryon de canard : c'est du tissu conjonctif à réticulum chromophile et à mailles remplies d'hyaloplasma.

Szymonowiz[3] décrit l'ébauche commune des tissus conjonctifs cartilagineux et osseux sous le nom de *tissu de cellules embryonnaires* (embryonales Zellengewebe). Ce tissu est composé de cellules arrondies ou polyédriques sans substance fondamentale d'aucune sorte. Plus tard, la forme de ces cellules change : elles s'aplatissent, s'allongent en fuseau ou deviennent étoilées, en même temps que leurs prolongements s'abouchent

1. *Précis d'histologie*, 2e édition, 1900, p. 358.
2. *Lehrbuch der Histologie des Menschen*, 1898, p. 52.
3. *Lehrbuch der Histologie*, 1901, p. 41.

les uns avec les autres et s'anastomosent. Simultanément il se dépose entre ces cellules une *substance intercellulaire* demi-fluide, produite par les cellules elles-mêmes. D'abord homogène, cette substance inter-cellulaire élabore des éléments figurés et en particulier des fibres.

On le voit, les auteurs, tout en se rattachant à la théorie du mésenchyme, diffèrent singulièrement d'avis en ce qui concerne la forme des cellules qui composent le tissu conjonctif primitif et la présence ou l'absence d'une substance intercellulaire.

A l'origine le blastoderme se compose uniquement de feuillets *épithéliaux*, dont une grande portion persiste telle quelle pour constituer l'*épiderme* ou l'*épithélium* du tube digestif ou bien se modifie plus ou moins en formant le système nerveux, les glandes, etc.

Les ébauches des membres apparaissent sous la forme d'*épaississements* du feuillet cutané ou somatopleure, de même que la racine épaissie du feuillet viscéral ou splanchnopleure produit les amas cellulaires connus sous le nom de *sclérotomes*.

Quelles sont la forme et la structure primitives des éléments qui constituent ces épaississements et qui sont regardés comme les ébauches du tissu conjonctif? Pour les classiques, ce tissu représenterait le type mésenchymateux.

Pour Ziegler[1] par exemple, les sclérotomes sont formés, chez les sélaciens et les téléostéens, de *cellules réunies en réseau*. C'est là le tissu formateur des tissus de substance conjonctive; c'est le tissu *conjonctif embryonnaire*; quand ses mailles se remplissent de beaucoup de substance intercellulaire, il devient *tissu muqueux*. Ces deux tissus ne seraient que des variétés du mésenchyme des frères Hertwig.

Des recherches plus approfondies de C. Rabl et de His montrent qu'en réalité l'histogénèse des sclérotomes et les premières ébauches du tissu conjonctif sont tout autres.

J'insiste d'autant plus volontiers sur les observations de ces savants que, tout en portant sur les premiers stades embryonnaires, elles corroborent et confirment tous les résultats que j'ai annoncés depuis longtemps sur l'histogénèse des tissus et des organes chez les embryons plus âgés et les fœtus.

Voici la description que donne C. Rabl[2] des sclérotomes et du tissu

1. Der Ursprung der mesenchymatischen Gewebe bei den Selachiern, *Arch. f. Mik. Anatom.*, t. XXXII, 1888.

2. Die Théorie des Mesoderms, *Morphol. Jahrbuch*, t. XV, p. 212, 1889, et t. XIX, 1893, p. 65.

mésodermique des membres naissants chez les embryons de sélaciens. Le sclérotome des embryons (Pristiurus et Torpedo) pourvus de 14 prévertèbres présente deux assises cellulaires à aspect épithélial (pl. X, fig. 5) comme l'étaient auparavant les plaques protovertébrale et latérales (somatopleure et splanchnopleure) chez les embryons plus jeunes où ces feuillets mésodermiques ne montraient qu'une seule assise dec ellules épithéliales.

Les ébauches des membres apparaissent sous la forme de crêtes dues à l'épaississement de la somatopleure (feuillet pariétal du mésoderme) qui continue à rester recouvert d'épiderme.

Bien que C. Rabl semble à peine effleurer les problèmes d'histogénèse du tissu conjonctif, son texte est des plus explicites et ses dessins sont démonstratifs à tous égards : de l'assise unique du mésoderme primitif dérivent les feuillets à deux et à plusieurs assises grâce aux divisions mitosiques des cellules épithéliales. Cette prolifération aboutit à la production d'amas cellulaires à protoplasma commun contenant de nombreux noyaux.

C'est ce dernier tissu qui représente le stade intermédiaire entre l'épithélium originel et le tissu conjonctif.

Je regrette pour ma part que C. Rabl n'ait pas poursuivi l'évolution du tissu conjonctif jusqu'aux stades avancés.

Quoi qu'il en soit, les recherches approfondies de C. Rabl ont déterminé le professeur W. His à entreprendre de nouvelles études sur l'origine des vaisseaux sanguins et du tissu conjonctif. On sait que Hisa été l'un des premiers à avancer que les vaisseaux sanguins, d'origine extra-embryonnaire selon lui, sont le point de départ de la formation du tissu conjonctif dans l'embryon. Ce seraient les parois vasculaires mêmes qui proliféreraient pour fournir tous les tissus de substance conjonctive.

Après de longues recherches et « une lutte intérieure fort pénible, ajoute His[1], je me range aujourd'hui à l'avis de C. Rabl et j'admets que les parois vasculaires ne prennent aucune part au développement du tissu conjonctif. »

C'est là un beau trait qui mérite d'être cité, quand on voit tant de savants affirmer sur la foi d'autrui ou continuer à défendre et à imposer une opinion pour l'unique raison qu'ils en sont les auteurs. En effet, cet observateur distingué, dont la longue carrière est marquée de tant de découvertes, ajoute : « Par expérience, j'ai pu me convaincre que la foi rend aveugle. »

Mais revenons aux faits. His a étudié dans le travail précité nombre de types appartenant à diverses classes de vertébrés. Au point de vue de l'origine des tissus de substance conjonctive, ce sont les squales et la torpille qui lui ont donné les meilleurs résultats.

L'ensemble des faits lui font admettre aujourd'hui sans aucune res-

1. Lecitoblast und Angioblast der Wirbelthiere, *XXVI*^e *vol. der Abhandlungen der mathema-phys. Classe der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften*, n° IV, 1900.

triction et d'accord avec Rabl, que les tissus de substance conjonctive dérivent du mésoderme ou mésoblaste épithélial.

Le tissu conjonctif axial procède de la paroi interne ou médiane des prévertèbres, après que les éléments épithéliaux de cette paroi se sont transformés en *sclérotomes*. Le *tissu conjonctif viscéral* dérive du feuillet viscéral (splanchnopleure) des plaques latérales, de même que le feuillet pariétal (somatopleure) des mêmes plaques fournit le tissu conjonctif du derme. Nulle part la paroi vasculaire ni les éléments contenus dans les vaisseaux ne prennent part à l'édification du tissu conjonctif.

Voici comment His comprend le processus histogénétique par lequel les cellules épithéliales de la somatopleure et de la splanchnopleure tapissant la cavité du cœlome donnent naissance aux éléments du tissu conjonctif. Ces cellules épithéliales se divisent et produisent des générations cellulaires dont le protoplasma reste réuni, c'est-à-dire qu'il est commun. A la suite de cette prolifération, il se forme des épaississements qui proéminent du côté de l'épiderme ou du tube épithélial de l'intestin.

Les cellules superficielles de ces épaississements, c'est-à-dire celles qui sont tournées vers l'épiderme ou l'épithélium intestinal, émettent des prolongements qui s'anastomosent entre eux grâce aux espaces libres qui existent entre la somatopleure et l'épiderme, d'une part, entre le revêtement épithélial de l'intestin et la splanchnopleure. C'est ainsi que prend naissance le réseau cellulaire comparable au mésenchyme ou tissu muqueux des auteurs. La fusion des prolongements serait secondaire pour His. Il insiste particulièrement sur le point capital que voici : ni sur la paroi somatique, ni sur la paroi splanchnique, il n'existe de cellules libres qu'on pourrait regarder comme des cellules migratrices [1]. Quand les éléments épithéliaux, ou leurs dérivés, se divisent, la séparation des cellules-filles n'est que partielle et les ponts d'union font partie de la charpente du tissu muqueux [2].

Ainsi les résultats essentiels des dernières recherches de His sont, en ce qui concerne l'origine du tissu conjonctif embryonnaire, identiques à ce j'ai vu sur le développement du tissu conjonctif

1. Le travail du prof. His, ayant paru dans une publication peu accessible, on me saura gré de reproduire quelques passages caractéristiques du texte. His (*loc. cit.*, p. 287) : Es ist hervorzuheben, dass weder in der Leibeswand noch in der Darmwand freigelagerte Zellen, die als Wanderzellen zu deuten wären, auftrete. Was von Zellen neu hinzukommt, bildet sofort einen Theil des allgemeinen Gerüstes. Der Vorgang ist demnach so zu verstehen, dass bei erfolgender Kerntheilung die zugehörigen Plasmagebiete nur unvollständig getrennt und somit gleich zu Bestandtheilen des allgemeinen Gerüstes werden. »

2. En résumant les phénomènes qui président à la transformation du tissu originel en tissu mésenchymateux, His (*loc. cit.*, p. 292) définit tout le processus sous le nom de *raréfaction locale des couches du mésoblaste.* « Wie wir oben gesehen haben, entstehen embryonale Mesenchyme durch stellenweise Auflockerung des Mesoblastenschichten. Dabei werden zwar zahlreiche neue Zellen gebildet, diese treten aber aus dem ursprunglichen Verband nicht frei heraus, es scheint ueberhaupt nicht zu vollen Zellentheilungen zu kommen. »

dans les amygdales, les plaques de Peyer et les follicules du derme. Mais nous différons sur nombre de points de détail.

Le tissu qui précède le tissu réticulé à mailles vides (*protenchyme* de His) est pour moi un complexus de cellules à protoplasma commun contenant autant de noyaux que d'individualités cellulaires. Pour se transformer en charpente de cellules à prolongements ramifiés et anastomosés (protenchyme), le protoplasma s'accroît; il se différencie en réticulum chromophile (*morphoplasma* de His) et en hyaloplasma. Ensuite une partie de l'hyaloplasma subit la fonte, tandis que le reste du complexus persiste sous la forme de tissu réticulé à mailles vides. Pour His, c'est par mouvements propres que les prolongements cellulaires s'allongent et progressent jusque dans les intervalles situés entre les feuillets épithéliaux primaires et, en se fusionnant secondairement, ces prolongements circonscrivent des mailles vides et transforment le complexus en protenchyme. C'est là un véritable *syncytium* résultant de la fusion secondaire de cellules primitivement séparées. Pour moi, le complexus à protoplasma commun est le fait de la division de cellules qui, dès l'origine, ne possèdent aucune limite protoplasmique[1].

On le voit, pour His, les cellules qui vont former le *protenchyme* ne se détachent pas du complexus; elles ne font que s'allonger et s'anastomoser sur place. A mon avis, l'allongement des cellules à protoplasma commun et leur éclaircissement ne sont pas dus à des mouvements propres; ces modifications sont le résultat de l'accroissement du protoplasma et de sa différenciation en réticulum chromophile et en hyaloplasma. Nous assistons à deux stades évolutifs d'un seul et même élément. A cet égard, His n'a pu encore se débarrasser complètement de la théorie du mésenchyme qui veut que tous les changements microchimiques et structuraux soient le résultat des mouvements propres d'éléments libres. Il est vrai que plusieurs auteurs invoquent en faveur de cette interprétation les faits qu'ils ont observés sur l'alevin *vivant* de poissons osseux. Wenckebach, puis Laguesse[2] ont vu, dans ces conditions, des cellules conjonctives ou mésenchymateuses changer de forme, se déplacer et se fixer à nouveau, et ils pensent prouver ainsi le bien fondé de la théorie des frères Hertwig.

1. Voir mon travail : Parallèle des ganglions lymphatiques des Mammifères et des Oiseaux, *Comptes Rendus de l'Association des Anatomistes*, 4e session, 1902.
2. *Comptes Rendus de l'Association des Anatomistes*, 3e session, Lyon, 1901, p. 217.

Non seulement je suis convaincu de la réalité des faits observés par Wenckebach et Laguesse sur les embryons, mais j'affirme que sur l'adulte il se passe constamment des phénomènes identiques.

Ce qui me sépare de ces auteurs, c'est l'interprétation que comportent les faits. Par l'expérimentation, j'ai pu suivre[1] sur des tissus d'organes adultes et de constitution identique aux sclérotomes (protoplasma commun et à nombreux noyaux) la mise en liberté des cellules ou la transformation du protoplasma commun en tissu réticulé (muqueux des auteurs). C'est par hydratation et par liquéfaction partielle, et non point par mouvements propres, que ces éléments se détachent du complexus; leurs changements de forme et leurs déplacements sont dus à la fonte partielle du protoplasma et aux courants osmotiques qui les entraînent. Une fois libres, ils ne sont plus capables de se fixer à nouveau et de refaire un tissu quelconque; ils dégénèrent en leucocytes ou en hématies. En modifiant les conditions générales de l'organisme, on produit des éléments libres (leucocytes et hématies) de forme et de valeur cellulaire différentes.

Après ces développements sur l'histogénèse des tissus de substance conjonctive, il s'agit de savoir si l'ébauche squellettogène des membres naissants a même origine et même évolution.

Jusque dans ces derniers temps, les auteurs n'en ont parlé que d'une façon vague. P. Gervais (*loc. cit.*, p. 23) donnait à ce tissu le nom de *gangue générale* : pour d'autres, c'était l'état muqueux du squelette. Plus tard, on le désignait sous le nom de *blastème des membres*, *tissu indifférent*, *embryonnaire*, *ébauche conjonctive commune*, etc.

Je me borne à deux citations empruntées à des travaux récents pour montrer le peu de précision des descriptions relatives à l'ébauche squelettogène.

W. Kükenthal[2] décrit, sur les embryons de crocodile longs de 4 centimètres, des rayons digitaux constitués par des ébauches conjonctives formant en grande partie une masse continue[3].

Il admet autour de cette ébauche squelettogène une enveloppe commune.

1. *Journal de l'Anatom. et de la Physiol.*, 1901, p. 498 et suivantes.
2. Zur Entwicklung des Handskelets des Krokodils, *Morphologisches Jahrbuch*, t. XIX, 1893, p. 47.
3. *Die Finger sind zum grössten Theile noch kontinuirliche bindegewebiche Anlagen.*

Pour W. Zwick[1], il existe dans les membres naissants de batraciens un tissu servant de souche commune aux pièces squelettiques; il l'appelle tantôt *gemeinsames Grundgewebe*, tantôt *undifferenzirtes Blastem*.

Quant à l'origine de ce tissu indifférent, on laisse entendre plutôt que de le dire explicitement qu'il prend naissance grâce à l'arrivée de cellules mésenchymateuses (voir plus haut p. 501). Les choses ne se passent point ainsi, pour les raisons suivantes : 1° Rabl a observé tout au début des membres naissants un tissu plein, constitué par un protoplasma commun à nombreux noyaux (voir p. 502); 2° dans les stades ultérieurs, j'ai vu constamment au centre de la palette le même tissu à protoplasma commun et à nombreux noyaux, enveloppé d'une zone de tissu conjonctif au 2e stade (réticulé), le tout recouvert d'épiderme. Même si l'on admet l'hypothèse de cellules migratrices, on se demande comment des éléments libres pourraient pénétrer dans un protoplasma *continu*, sans vides d'aucune sorte. Une explication plus simple se présente à l'esprit quand on considère les nombreuses mitoses qu'on remarque dans ce tissu, c'est la suivante :

Une fois que l'ébauche des membres a pris naissance par la prolifération de l'ectoderme et la formation d'un épaississement de protoplasma commun à nombreux noyaux, ces derniers se divisent; la multiplication des noyaux a pour résultat d'amener l'augmentation de la masse nucléaire et du protoplasma; ces deux facteurs suffisent pour expliquer l'accroissement en longueur et en largeur de l'ébauche squelettogène sans qu'il y ait besoin d'invoquer la venue problématique d'éléments formés ailleurs.

IV

Apparition et croissance des segments cartilagineux dans l'ébauche squelettogène.

A la suite de Kölliker, Bruch, Strasser, Hagen-Torn[2], j'ai toujours vu les segments cartilagineux apparaître chacun séparément

1. Beiträge zur Kenntniss des Baues und der Entwicklung der Amphibiengliedmassen... *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, vol. 63, 1898, p. 78.
2. Voir la littérature, dans mes travaux cités de 1884 et 1900.

dans le tissu primitif ou squelettogène des membres. Comme pour le tissu squelettogène, les premiers nodules cartilagineux qui se développent sont ceux de la racine; puis viennent ceux de la portion moyenne du membre; les segments qui sont les derniers à apparaître sont ceux de l'extrémité même du membre.

Pendant longtemps (voir plus loin, *2e partie*), on a cru que le squelette cartilagineux est représenté à l'origine par une masse cartilagineuse ou coulée unique qui s'allongerait et se ramifierait de la racine vers le sommet du membre. Cette opinion erronée est encore reproduite de temps en temps par certains anatomistes qui n'ont pas su distinguer l'ébauche squelettogène et le tissu cartilagineux proprement dit.

Il s'agit donc d'étudier les phénomènes histogénétiques qui président à la transformation des éléments squelettogènes en cartilage embryonnaire.

Il y a deux ans[1], je m'étais occupé de cette question; n'ayant alors en vue que le développement du cartilage, j'avais adopté le nom de tissu *précurseur* ou de *précartilage* proposé par les auteurs. C'est le tissu *prochondral* de Zwick (voir plus loin). Depuis cette époque, j'ai reconnu que le tissu qui produit les cavités articulaires et les ligaments est identique au tissu précartilagineux; aussi convient-il de comprendre l'un et l'autre sous le nom d'*ébauche ou tissu squelettogène*. Je lui ai trouvé des caractères identiques chez les divers embryons de mammifères domestiques. Pour faciliter les recherches de contrôle et pour fixer les idées, je conseille de commencer cette étude par les membres des embryons de cobaye de vingt-sept à vingt-huit jours, longs de 17 millimètres environ. Sur les coupes longitudinales des membres (sagittales ou frontales), on arrive aisément à avoir sous les yeux tous les stades de développement.

Jusqu'au niveau du tarse, les segments de la patte abdominale sont à l'état cartilagineux; dans le tarse même ont apparu quelques nodules d'aspect clair; les métatarsiens sont également cartilagineux. La première phalange des orteils existe également sous la forme d'un nodule transparent long de 0 mm. 150 et large de 0 mm. 100. Ce nodule occupe la base des orteils longs de 0 mm. 300 à 0 mm. 500. A la suite de ce nodule cartilagineux, l'axe de chaque

1. *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1900, p. 468 et suivantes.

orteil ne montre encore qu'une tigelle de tissu squelettogène.

Si l'on examine à un grossissement moyen soit le nodule de la première phalange, soit les segments tarsiens, soit les métatarsiens, du centre vers la périphérie, on voit les apparences représentées dans le dessin 2 du texte et les figures 1, 2, 3 et 4 de la planche XV (mon Mémoire de 1900) : des noyaux entourés d'un protoplasma clair, qui fixe l'hématoxyline et la thionine d'une façon moins intense que le protoplasma qui sépare les noyaux de l'ébauche squelettogène. En outre, le protoplasma transparent et homogène est beaucoup plus abondant entre les noyaux du tissu squelettogène. Sa constitution est donc déjà différente de celle du protoplasma du tissu originel.

En approchant du centre du nodule (fig. 2 du texte, fig. 3 et 4 de la planche), on voit apparaître au milieu du protoplasma transformé des lignes qui se rejoignent, s'anastomosent et donnent au tissu un aspect épithélial. Cet aspect m'a porté à décrire un stade cartilagineux *épithélioïde*.

L'étude attentive des pièces fixées par le liquide de Zenker, puis colorées par l'hématoxyline, la thionine et la solution éosine-orange-aurantia permet de suivre à un fort grossissement les détails de cette transformation, dont la succession m'a en partie échappé dans mon premier travail et que la comparaison des figures XV et XVI du présent mémoire met en pleine lumière. Pour le dire de suite, les premières modifications structurales sont analogues à celles que subit le tissu conjonctif primordial quand il se transforme en tissu conjonctif réticulé.

Nous connaissons la structure de l'ébauche squelettogène (fig. IX et XV) : des noyaux serrés, réunis et séparés par des interlignes protoplasmiques de 1 à 2 μ que l'hématoxyline et la thionine teintent d'une façon intense. Lorsque ce tissu se prépare à produire du cartilage (fig. XVI), le protoplasma internucléaire devient plus abondant et écarte davantage les noyaux les uns des autres. Outre cet accroissement, il subit une modification intime qui se traduit par une apparence plus claire et une moindre colorabilité. Cependant ce protoplasma ne reste pas complètement hyalin et homogène; il est parcouru d'une façon irrégulière, il est vrai, par de fines granulations qui se disposent en séries linéaires ou tractus et qui fixent assez vivement les colorants.

En se prononçant davantage, ces tractus colorables ou chromo-

philes prennent la forme de filaments qui traversent le cytoplasma internucléaire et qui sont, pendant quelque temps, indépendants les uns des autres (fig. XVI). De distance en distance, ils émettent des ramuscules, également chromophiles, qui se terminent ou semblent se perdre librement dans le cytoplasma où ils ont pris naissance. En un mot, le cytoplasma commun se différencie, après accroissement, en filaments figurés et ramifiés qui se comportent comme des éléments *chromophiles* par rapport au reste du protoplasma lequel devient de plus en plus clair et de moins en moins colorable. De là la réfringence spéciale des nodules cartilagineux en voie de développement. Le cartilage, ou premier stade mérite ainsi, en raison de cette structure, le nom d'*alvéolaire* ou de *réticulé*.

Peu à peu, les extrémités des filaments chromophiles arrivent à se toucher et à se rejoindre, de façon à former, à égale distance des noyaux voisins, des cloisons complètes autour des individualités cellulaires. On a alors l'image du cartilage *épithélioïde*, qui représente en somme le second stade du développement du cartilage hyalin : les lignes intercellulaires sont les premières traces de la substance fondamentale et tout ce qui est contenu entre les lignes correspond à la cellule cartilagineuse adulte (voir mon Travail de 1900, p. 476) [1].

(A suivre.) ED. RETTERER.

1. J'ai trouvé aussi bien chez les larves d'axolotl que sur les embryons de mammifères le même tissu à protoplasma commun et à nombreux noyaux. Ce tissu *précurseur* ou *précartilage* élabore la substance fondamentale du cartilage par la transformation que subit le protoplasma et qui débute sous la forme de filaments qui peu à peu se convertissent en lignes intercellulaires. Depuis ma publication, J. Schaffer [1] a retrouvé un tissu analogue en étudiant le développement des rayons dans les nageoires impaires de l'Ammocète. Quand ces rayons apparaissent, ils sont constitués par un tissu dans lequel il *n'y a pas de trace de limites cellulaires*. L'auteur regarde ce tissu précartilagineux comme un *syncytium*. Je préfère pour les motifs indiqués ailleurs (Voir mon Travail de l'Association des Anatomistes, 4e session, 1902), celui du protoplasma commun à nombreux noyaux. Quant à l'apparition de la substance fondamentale ou cartilagineuse, Schaffer la considère également comme une condensation ou une transformation directe du protoplasma cellulaire et l'appelle un ciment vivant.

1. Ueber den feinern Bau und die Entwicklung des Knorpelgewebes, *Zeitschrift f. wissenschaft Zoologie*, LXX, 1901.

RECHERCHES EMBRYOLOGIQUES

SUR

LES CYCLOCÉPHALIENS

Par Étienne RABAUD
Docteur en médecine et Docteur ès sciences.

(*Suite et fin*[1].)

---

3. Phénomènes corrélatifs surajoutés.

A côté de la corrélation principale qui unit le cerveau et les dérivés optiques et au sujet de laquelle ne pouvons être actuellement tout à fait affirmatif, il est, dans l'embryogénie des Cyclocéphaliens, des phénomènes de dépendance mutuelle ou unilatérale sur la réalité desquels on ne saurait élever aucun doute. Nous les avons signalé chemin faisant; ils méritent de nous arrêter encore, bien qu'ils soient, en quelque sorte, secondaires par rapport à la tenue générale de la monstruosité.

N'est-il pas singulier de voir le cristallin suivre aveuglément la rétine, venir se différencier toujours vis-à-vis d'elle, quel que soit le point de l'ectoderme avec lequel la membrane optique vienne se mettre en contact? Au premier abord, le phénomène paraît nécessaire; nous sommes habitués à considérer rétine et cristallin comme des parties d'un seul tout, nous admettons implicitement qu'il s'est établi entre eux un lien héréditaire, nous ne concevons pas l'un sans l'autre. Cependant, à examiner les choses de près, il faut bien se rendre compte que ces deux tissus ne sont unis par aucun lien visible, qu'ils naissent de façon indépendante en des points différents de l'organisme. Quand la rétine se déplace, pourquoi la différenciation cristallinienne se déplace-t-elle aussi?

S'il était question d'un déplacement lent et progressif, s'effec-

1. Voir les numéros de juillet-août, septembre-octobre 1901; janvier-février, mai-juin 1902.

tuant dans la suite de nombreuses générations, il serait peut-être possible d'invoquer une influence extérieure nécessitant une adaptation corrélative nouvelle. Mais ici, le déplacement est subit; dans les conditions qui provoquent l'évolution cyclocéphalienne, il ne nous est pas possible de discerner une cause exerçant une influence directe à la fois sur les deux parties des globes oculaires. Nous en sommes réduits à nous demander, si le tissu rétinien lui-même n'est point doué du pouvoir d'émettre une sécrétion chimique quelconque, capable de provoquer la différenciation cristallinienne de l'ectoderme. L'hypothèse est sans fondement, il faut l'avouer; elle n'a d'autre point d'appui que certains phénomènes observés dans les régénérations d'organes : *a priori* elle n'est pas impossible.

Il est à remarquer que l'influence de la rétine peut également s'exercer lorsqu'elle ne fait que traverser, pour ainsi dire, l'organisme, qu'elle cesse très tôt de s'accroître pour entrer peut-être même en regression. Ce phénomène complique simplement le problème, sans apporter aucun élément à sa solution.

Les fossettes olfactives, pour leur part, obéissent aux troubles qui frappent les formations rétiniennes. La distance qui sépare les unes est toujours proportionnelle à la distance qui sépare les autres; quand les rétines ne sont point disjointes ou que l'une d'elles fait défaut, une seule fossette apparaît sur la ligne médiane. Un cas très net, présentant des vestiges de la seconde fossette, nous a permis de penser que celle-ci était le plus ordinairement frappée d'agénésie complète et que, par suite, l'avortement d'un œil entraînait non pas la différenciation massive des deux fossettes, mais l'avortement pur et simple de la fossette du même côté. Nous n'avons pu discerner si à une rétine double correspondaient également deux fossettes confluentes.

On ne soupçonnait guère que les organes de la vision et ceux de l'olfaction aient les uns sur les autres une influence quelconque. La question est de savoir si cette évidente corrélation est une corrélation phylogénique — ou si elle n'est, au contraire, qu'un phénomène nouvellement apparu, spécial à la Cyclocéphalie.

Or, étant donné l'indépendance anatomique des tissus d'origine des yeux et des fossettes olfactives, étant donné qu'il ne paraît y avoir aucune relation physiologique — surtout chez l'embryon — entre ces deux espèces de formations, étant donné cela, il n'est

guère probable que cette dépendance soit un fait particulier de l'organisation cyclocéphalienne. Rien, dans cette organisation, ne révèle l'établissement d'une relation médiate ou immédiate.

On pourrait se demander si l'aplasie ou l'agénésie simultanée de l'œil et de la fossette du même côté ne sont pas provoquées par une même dystrophie, intéressant, non seulement ces deux ébauches, mais aussi tous les tissus de la région. En de telles conditions, le phénomène ne serait que le résultat banal d'une asymétrie céphalique. L'examen des embryons ne permet point une telle hypothèse; la masse conjonctive, le nombre et l'état des vaisseaux, sont comparables des deux côtés; la lame cérébrale elle-même est d'une égale épaisseur de part et d'autre de la ligne médiane. Et, comme pour affirmer cette symétrie parfaite, la fossette et l'œil persistants sont eux-mêmes venus se placer dans le plan médian : les ébauches optiques et olfactives correspondantes sont bien les deux seuls organes frappés d'aplasie ou d'agénésie.

Jusqu'à preuve du contraire, il faut donc admettre entre les yeux et les fossettes olfactives une corrélation établie de longue date, que rien ne manifeste à l'état normal, mais qui se révèle lorsque des nécessités adaptatives conduisent les uns ou les autres de ces organes à se modifier[1].

Cette corrélation s'étend-elle jusqu'à l'appareil nasal lui-même? la constitution de l'œil domine-t-elle la formation d'une trompe? Phisalix parait le croire : un vestige plus ou moins accusé de l'appareil nasal correspondrait à la *cyclopie incomplète*; aucun tissu de cet appareil n'existerait dans la *cyclopie complète*. Il me paraît difficile d'accepter cette généralisation, peut-être hâtive, en opposition du reste avec les faits rapportés par cet auteur lui-même, car, sur trois exemple de cyclopie incomplète, l'un est un simple Otocéphalien avec cerveau normal et les yeux rapprochés, un autre, vraiment cyclope, ne possède pas d'appendice nasal. Quant aux inductions embryologiques que permettent les présentes recherches, elles ne conduisent pas à admettre une telle corrélation; l'appendice nasal est, à notre sens, répétons-le, un caractère accessoire et contingent.

1. Remarquons à ce propos que la connaissance de la corrélation qui unit la prostate et le testicule est due à des observations tératologiques; cette corrélation n'a été constatée que beaucoup plus tard chez l'individu normal. Voy. Ernest Godart, *Recherches tératologiques sur l'appareil séminal de l'homme*, Paris, Masson, 1860.

4. Conclusions.

Ainsi, plusieurs processus concourent à la constitution de la Cyclocéphalie. Mais deux seulement sont adéquats à la monstruosité et la déterminent, ce sont : le processus initial qui intéresse l'axe encéphalique — et le processus second qui dirige les dérivations optiques. Les autres ne sont que des conséquences mécaniques : déplacement des yeux, disparition du squelettes nasal; — ou des nécessités corrélatives, indépendantes, en quelque sorte, de la Cyclocéphalie elle-même.

Les deux processus fondamentaux, nous avons essayé de l'établis, ne sont pas liés l'un à l'autre par une dépendance de cause à effet : ils sont corrélatifs dans une certaine mesure. Dans l'ordre chronologique, la différenciation diffuse apparaissant la première; c'est elle qui domine toute l'évolution tératologique.

La Cyclocéphalie, monstruosité grave au dernier chef, se trouve donc subordonnée à une seule et unique variation. Par suite, il n'est pas exact de dire que « la monstruosité résulte toujours de l'association et de la combinaison d'un plus ou moins grand nombre d'anomalies légères ou d'hémitéries[1] ». Évidemment, en prenant au pied de la lettre cette définition, nous trouvons plusieurs anomalies associées; seulement, pas une n'est légère, pas une n'est une hémitérie : ni la constitution de l'encéphale, ni l'absence d'un certain nombre des os de la face, ni le déplacement des yeux. Toutes ces variations sont des variations très graves, dont une seule suffit pour entraîner la mort.

En outre, l'association n'est pas uniquement due à des phénomènes de corrélation, comme le disent les tératologistes parlant au général. Cette association est en majeure partie le résultat d'une sorte de traumatisme passif, de la substitution pure et simple d'un organe à un autre. Il ne semble pas que l'on puisse faire rentrer dans le domaine de la corrélation des phénomènes de cet ordre, — sauf à jouer sur les mots.

En conséquence, il n'est pas possible d'adopter cette conception que toute monstruosité est une association d'hémitéries. Si la

1. Camille Dareste, *Rech. sur la Prod. art. des Monst.*, p. 228.

Cyclocéphalie était une exception, elle suffirait à elle seule pour infirmer la règle. Or elle n'est pas l'exception; l'Otocéphalie, par exemple, monstruosité grave, est le simple résultat de la coalescence apparente ou réelle des caisses tympaniques.

CHAPITRE II

Origine des Processus.

Plusieurs hypothèses ont été proposées pour expliquer l'origine de la Cyclocéphalie; ces hypothèses peuvent se ranger sous trois chefs, elles donnent le pas, soit à l'*origine mécanique*, soit à l'*origine pathologique*, soit à l'*origine atarique*.

Nous allons examiner successivement chacune de ces hypothèses; nous nous efforcerons, ensuite, de conclure dans le sens qui nous paraît le plus en harmonie avec les faits; nous défendrons l'*origine adaptative* sous l'influence de causes externes encore indéterminées.

1. Hypothèse mécanique.

A. *Compression amniotique.* — L'origine mécanique du processus cyclocéphalien a été soutenue pour la première fois par Camille Dareste. Mon vénéré maître croyait à une compression due à l'enveloppe amniotique, compression ayant pour effet de provoquer l'arrêt de développement de la vésicule cérébrale antérieure. Cette hypothèse est fondée sur l'observation d'un certain nombre d'embryons dont il a « vu plusieurs fois l'extrémité céphalique. présentant la fossette oculaire de la cyclopie et venant buter contre le pli céphalique qui était alors la seule indication de l'amnios, et souvent infléchie sur l'axe du corps, par suite de la pression exercée par le pli. Dans d'autre cas, où l'embryon cyclope était plus développé, l'amnios, plus ou moins appliqué contre le corps de l'embryon, présentait des arrêts de développement manifestes, et particulièrement l'ombilic amniotique plus ou moins ouvert[1]. » Toutefois, Dareste exprime son opinion avec certaines réserves: il ne croit pas impossible que l'arrêt de développement de la vésicule encéphalique puisse être produit par une autre cause.

1. Camille Dareste, *Rech. s. la Prod. art. des Monst.*, p. 381.

Kundrat[1], de son côté, a adopté complètement l'hypothèse mécanique, sans y rien ajouter que son affirmation, car il ne me paraît pas démontré que les différents cas décrits et représentés par cet auteur soient vraiment des Cyclocéphaliens. Ils donnent bien plutôt l'impression d'individus soumis à un processus morbide, tel que l'hydrocéphalie.

Les observations de Dareste correspondent à des faits très précis. Il est des embryons qui sont manifestement comprimés par un



Fig. 40. — Embryon du cinquième jour (compression amniotique); la moitié antérieure du corps n'est pas retournée, la moitié postérieure est retournée, le cœur est déjeté latéralement.

Fig. 41. — Embryon du quatrième jour (compression amniotique).

amnios trop étroit, soit dans leur ensemble, soit seulement dans la région céphalique. Ces embryons, examinés à la loupe, simulent, à n'en pas douter, l'aspect cyclocéphalien. Seulement, lorsqu'on débite en série de pareils embryons, l'erreur devient évidente : on a sous les yeux, non pas une évolution particulière du système nerveux encéphalique, mais une simple déformation mécanique de l'évolution normale dans laquelle ne se retrouvent aucun des caractères de la Cyclocéphalie. J'ai consigné dans une note spé-

1. Hanns Kundrat, *Arhinencèphalie als typische Art von Missbildung*. Graz, 1882, p. 123 et sq.

ciale[1] les diverses particularités relatives à l'un de ces êtres, j'ai eu, depuis, l'occasion d'en étudier cinq autres.

Vus par transparence (fig. 40 et 41), ces embryons, qui ont subi de 3 à 4 jours d'incubation, paraissaient être couchés sur le flanc gauche, l'anse cardiaque battait sur le côté, et la tête, déformée, donnait l'illusion d'une tête vue de profil. Sur cette tête se distinguait soit un seul œil situé à l'extrémité antérieure dans la région frontale, — soit deux yeux assez rapprochés donnant l'apparence d'un véritable Cébocéphale. Quant à l'amnios, on pouvait s'assurer qu'il enserrait l'embryon de très près, se moulant assez exactement sur ses contours. L'évidence d'une compression s'imposait immédiatement à l'esprit.

L'étude des coupes sériées montre que la similitude d'aspect de ces êtres avec des Cyclocéphaliens est purement extérieure, due à des effets de pression mécanique. Deux cas sont à distinguer, suivant que la compression oppose un obstacle irréductible à l'expansion des tissus céphaliques, — ou que cette compression se produit au contraire avec certains ménagements, comme si la membrane amniotique, tout en empêchant l'expansion naturelle des organes, cédait cependant devant eux.

a. *Compression irréductible.* — L'examen microscopique d'un embryon soumis à une compression très forte (fig. 42), permet de voir que la tête, entièrement séparée du blastoderme, est enveloppée d'ectoderme sur tout son pourtour. Cette tête n'est pas retournée; elle repose sur le plan sous-jacent par la face ventrale, contrairement à ce que laissait supposer l'aspect extérieur. L'amnios se distingue très nettement; très exactement moulé sur les contours céphaliques, presque accolé à l'ectoderme, il forme une gaine extrêmement étroite.

L'encéphale est une vésicule close complètement indépendante de son feuillet d'origine. L'épaisseur de ses parois ne diffère pas essentiellement de l'épaisseur normale, leur état histologique ne paraît avoir subi aucune altération : selon toute vraisemblance, cet encéphale a parcouru sans encombre les premières phases de l'évolution normale. Seulement, la forme de la vésicule close est modifiée dans une certaine mesure, elle est aplatie de haut en bas. Ses contours

1. Étienne Rabaud, Du rôle de l'amnios dans le déplacement des yeux, *Soc. de Biologie*, 31 mars 1900.

sont néanmoins assez réguliers dans la région antérieure. En arrière de celle-ci, à la forme aplatie qui persiste s'ajoutent des irrégularités de plus en plus considérables et dans tous les sens. Ce sont des plis et des replis relativement nombreux et de longueur variable, qui attestent que la vésicule a grandi dans une enveloppe inextensible. Le maximum des plissements se trouve dans la région la plus large de la vésicule cérébrale; ils deviennent de moins en moins nombreux et considérables dans les régions normalement plus étroites voisines de la moelle épinière, pour cesser enfin complètement. Déjà, au niveau du cerveau postérieur, les déformations

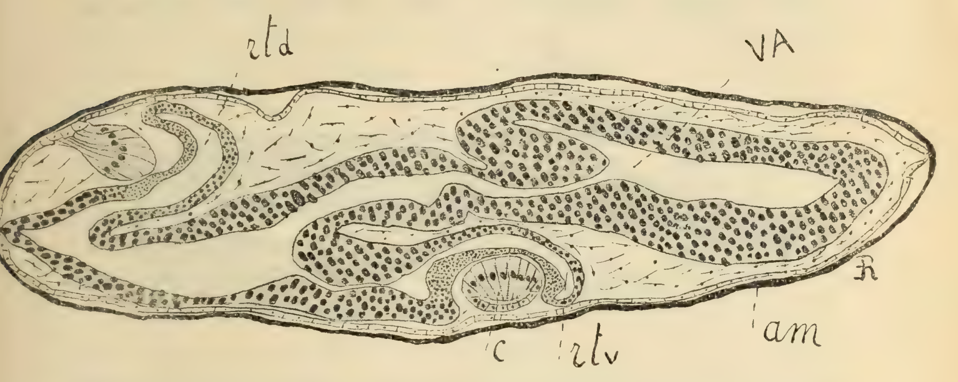


Fig. 42. — Section transversale de l'embryon représenté par la figure 40. — *rtd*, rétine dorsale; *rtv*, rétine ventrale; *c*, cristallin; *VA*, vésicule cérébrale antérieure; *am*, amnios.

sont peu accentuées, les phénomènes se réduisent presque uniquement à un déplacement de l'axe de la vésicule; cet axe devient oblique sur le plan horizontal, se disposant ainsi dans le sens de la plus grande longueur. En arrière du cerveau postérieur, au niveau du bulbe et de la région dorsale de la moelle, l'amnios est incomplet; la compression ne s'exerçant plus, le tube médullaire reprend sa situation et ses dimensions normales.

Au milieu du véritable chaos constitué par les plissements désordonnés des parois de l'encéphale, il convenait de rechercher les formations optiques, d'examiner les rapports qu'elles affectent entre elles et ceux qu'elles acquièrent avec les diverses parties de la tête.

Ces formations sont représentées, chacune, par une expansion de la vésicule cérébrale, expansion qui ne se distingue par aucun caractère spécial dans la plus grande partie de sa longueur des autres plis et replis. L'une des expansions optiques se détache de l'une des

parois latérales de l'encéphale, l'autre de la paroi ventrale. Toutes deux sont incurvées, tournant leur concavité vers l'ectoderme péricéphalique, et par cette concavité elles embrassent respectivement un cristallin né sur place, le premier dans la région latéro-dorsale, le second dans la région ventrale et médiane [1].

L'asymétrie des yeux est donc aussi marquée que possible. Soumis à la compression, l'encéphale s'est adapté mécaniquement, comme il a pu; il ne s'est pas produit, contrairement à ce que pensait Dareste, un rapprochement plus ou moins accusé, mais symétrique, des rétines.

Avec quelques différences de détail, les faits sont exactement

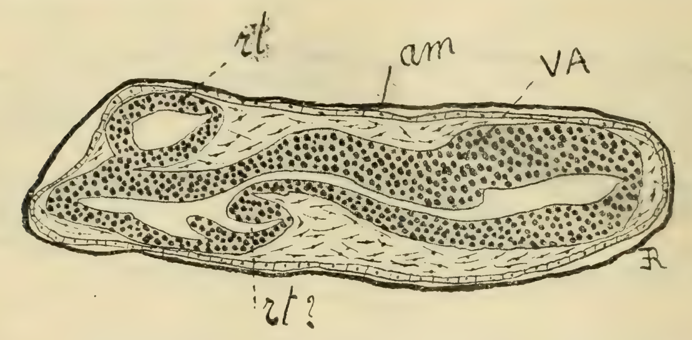


Fig. 43. — Embryon du troisième jour (compression amniotique). — *rt*, rétine dorsale; *rt*? rétine ventrale; *VA*, vésicule cérébrale antérieure; *am*, amnios.

semblables chez l'embryon auquel est empruntée la figure 43 : localisation de l'action compressive à la partie antérieure du corps, plissement des parois encéphaliques, déplacement asymétrique des pédicules oculaires. Seulement il n'existe pas de cristallin et l'on ne peut distinguer les pédicules optiques au milieu des replis divers, qu'à une longueur plus grande, à leur forme et à leur situation par rapport à l'ectoderme : l'un d'eux est nettement dorsal, l'autre ventral et médian.

Enfin, chez un troisième embryon, l'action de l'amnios est très localisée; elle s'exerce peu, ou même ne s'exerce pas, sur l'extrême avant de l'encéphale, elle cesse bientôt après la région du cerveau intermédiaire; dans la région comprimée, les sinuosités des parois

1. Il est intéressant de noter que la rétine de cet embryon n'est pas exactement l'homologue d'une rétine normale : ses deux feuillets se produisent par courbure et non par invagination, et, de la sorte, le fond de la cupule rétinienne est constitué par la région qui devrait normalement appartenir aux bords de l'invagination.

cérébrales sont moins accentuées. Nonobstant, l'aspect général correspond exactement aux descriptions qui précèdent : l'une des expansions optiques est franchement dorsale, projetée en avant vers l'extrémité antérieure de la tête; l'autre, située un peu en arrière, est latérale. Toutes deux correspondent à un cristallin[1].

Ces trois exemples me paraissent suffisants pour m'autoriser à dire, que si une compression irréductible exercée par l'amnios produit des déformations considérables, ces déformations n'aboutissent à aucune disposition régulière ou symétrique qu'il soit possible de prévoir. Les organes, gênés dans leur extension, viennent occuper les situations les plus favorables au tassement de leur substance. étant donné l'espace restreint dans lequel lis ont à se loger. Il se produit, en quelque sorte, une *accommodation* purement mécanique ne reconnaissant aucune loi. C'est ce que l'on pouvait penser *à priori*; c'est ce que Nicolas et Prenant ont très justement exprimé, lorsqu'ils rejettent l'intervention des actions mécaniques pour la production de l'Otocéphalie, précisément à cause de la symétrie et de la localisation des formations observées par eux[2].

b. *Compression relative*. — Il ne faudrait cependant pas affirmer d'une façon trop absolue qu'une intervention mécanique est incapable de provoquer des malformations s'écartant relativement peu de la symétrie. J'ai étudié, en effet, deux embryons qui, par leur aspect extérieur, simulaient à s'y méprendre des Cyclocéphaliens cébocéphales : les yeux, assez écartés l'un de l'autre, paraissaient situés dans l'angle d'union de la face ventrale et des faces latérales de la tête.

Les coupes histologiques (fig. 44) de la tête du premier de ces embryons ont la forme d'un triangle isocèle dans lequel est placée la vésicule cérébrale. Celle-ci est très déprimée latéralement, sa largeur est extrêmement réduite, sa hauteur, au contraire, considérablement augmentée. Du côté dorsal, l'encéphale est fermé par un cul-de-sac arrondi; il se prolonge, du côté ventral, par une pointe très effilée de substance nerveuse. L'épaisseur même de ses parois, l'état

1. Je n'insiste pas sur les très intéressants phénomènes de corrélation entre rétine et cristallin que nous retrouvons ici. Quoique d'origine différente, le déplacement des yeux nous présente, à ce point de vue, les mêmes particularités que dans la Cyclocéphalie.

2. A. Nicolas et A. Prenant, Observation d'une monstruosité rare, *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1888, p. 138.

histologique de ses éléments sont peu modifiés. Ainsi déformée, la vésicule encéphalique donne naissance à deux pédicules optiques; ceux-ci naissent symétriquement, l'un à droite, l'autre à gauche, mais ils ne sont pas situés dans le même plan frontal, de plus ils naissent très bas, à peine au-dessus du plan horizontal inférieur de l'encéphale. Ils se dirigent horizontalement vers l'ecto-

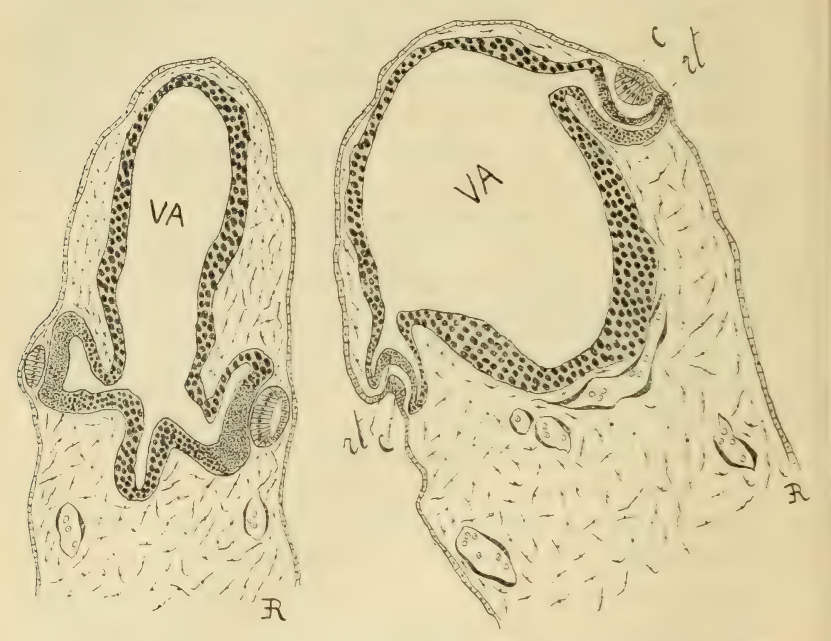


Fig. 44. — Embryon du quatrième jour. Les deux yeux ne sont pas sur le même plan transversal, l'un est beaucoup plus en arrière de l'autre que ne pourrait le laisser croire la figure 44. — *VA*, vésicule cérébrale antérieure.

Fig. 45. — Section transversale de l'embryon représenté par la figure 41. — *VA*, vésicule cérébrale antérieure; *rt*, rétine; *c*, cristallin.

derme latéral et là se mettent en rapport avec un cristallin situé, de chaque côté, à l'angle latéral du triangle céphalique. Les rétines ne coiffent pas ou coiffent peu le cristallin, elles sont assez aplaties, l'invagination étant remplacée par une dépression peu accentuée.

La figure 45 représente la coupe transversale du second embryon. Ici encore, la symétrie est nettement détruite, les yeux n'occupent ni le même plan transversal, ni le même plan frontal; l'œil droit est très en avant de l'œil gauche, et, pas plus pour ce sujet que pour le précédent, on ne saurait mettre sur le compte de l'obliquité des coupes une telle différence. Il importe surtout de

remarquer que les yeux, ramenés un peu en avant tout en restant latéraux, n'ont pas été rapprochés l'un de l'autre et n'ont même pas gagné vers la face ventrale. L'aspect extérieur était simplement dû au fait que les yeux se sont rapprochés du bord antérieur, sans converger.

L'état de l'amnios explique aisément pour l'un et l'autre embryon les dispositions que nous venons de décrire. L'amnios est accolé de très près à la tête de l'embryon; il ne saurait être mis en doute qu'il a empêché l'expansion normale du système nerveux. Mais il n'a pas fait obstacle d'une façon absolue; il a continué de croître avec lenteur, demeurant suffisamment extensible pour permettre au système nerveux de s'accommoder par l'exagération simple de sa forme normale allongée de haut en bas; la symétrie de ses contours, la régularité de ses parois sont faiblement altérées. Peut-être la croissance de l'axe nerveux a-t-elle été modifiée : tandis que la prolifération de son segment inférieur était peu active, celle du segment supérieur s'est très notablement accrue. Par ce fait même les pédicules optiques se sont trouvés reportés très bas, sur les limites de la face ventrale (fig. 44).

Si nous nous plaçons au point de vue morphologique, nous devons, sans contredit, considérer cet embryon comme un cébocéphale. Mais l'étude anatomique nous montre qu'entre ce dernier type monstrueux et le sujet mécaniquement déformé, il n'existe qu'une analogie grossière; le processus qui caractérise l'un n'est pas comparable au processus qui caractérise l'autre. Nous sommes en présence d'une évolution normale un peu déformée, qui, selon toute vraisemblance, aurait parcouru la série de ses transformations successives, pour aboutir à une constitution définitive assez peu différente de la constitution du type spécifique.

Il n'est rien de tel dans la Cyclocéphalie.

Cet exemple nous donne un précieux enseignement; il nous indique ce que peut produire la compression amniotique lorsqu'elle s'exerce sans brusquerie, lorsqu'elle n'oppose pas à l'accroissement des organes une résistance absolue : des monstres presque symétriques par simple *déformation* de l'évolution normale.

Et dès lors, n'est-il-pas permis de penser que certains cas d'Otocéphalie, caractérisés, d'une part par la situation inférieure des yeux, d'autre part par la constitution normale du cerveau, reconnaissent une telle origine? Au processus otocéphalien, dans la genèse duquel l'amnios n'a rien à voir, se surajoute une compression légère

qui provoque le déplacement des yeux ; elle le provoque, non pas en agissant directement sur les yeux mêmes, mais, par contre-coup, en altérant la forme de la vésicule cérébrale. Celle-ci, néanmoins, évolue suivant la voie coutumière et se transforme progressivement en un encéphale pourvu de tous les détails anatomiques ordinaires.

Mais, en aucune façon, la compression amniotique, relative ou irréductible, ne saurait provoquer une différenciation diffuse. Elle ne peut même pas empêcher la fermeture de la gouttière neurale puisqu'elle ne commence à s'exercer qu'au moment où cette gouttière est déjà complètement fermée. Quand la compression est forte, le résultat est un être irrégulier, asymétrique au plus haut degré; quand la compression est faible le résultat est une déformation simple qui ne détruit pas complètement la symétrie. En aucun cas, cet agent mécanique ne provoque un arrêt de croissance, comme le croyait Dareste, la prolifération des éléments n'est pas modifiée. Et c'est pour cela, du reste, que des dispositions asymétriques, paradoxales d'aspect, apparaissent facilement.

Au surplus, ces faits négatifs corroborent nos observations, d'après lesquelles l'amnios des Cyclopes, toujours lâche et flottant, n'intervient aucunement dans la genèse de ces monstres. Si l'enveloppe embryonnaire est réduite à ses capuchons, son action tératogène est à peu près nulle; les capuchons, en effet, ne peuvent opposer qu'une faible résistance à la force expansive des tissus. Ce qu'ils peuvent faire, c'est de s'accoler aux parois du corps, de les brider, mais le phénomène est rare[1].

B. *Adhérences amniotiques.* — Ce n'est que pour mémoire que je m'arrête à l'action des adhérences amniotiques et parce que j'en ai rencontré un cas très net chez un Cyclope (fig. 46). Ce cas montre que l'adhérence détruit le tissu nerveux — ou l'empêche de se différencier, — déterminant à sa place la formation d'un bouchon cicatriciel; elle ne saurait donc en aucune façon provoquer un mode spécial de différenciation.

1. L'existence de Cyclocéphaliens nés aux dépens du type poisson serait un argument nouveau contre toute intervention amniotique. Cet argument ne nous paraît pas nécessaire. On peut admettre l'éventualité où un déterminant externe porte son action d'arrêt à la fois sur l'amnios et sur les tissus embryonnaires. Dans ce cas, le résultat pourra être une monstruosité définie et symétrique. L'essentiel sera de dissocier nettement les deux processus, de ne pas considérer l'amnios comme la cause des modifications apportées à l'évolution des tissus. Certains exemples d'action amniotique relative pourraient s'interpréter dans ce sens.

L'effet de l'adhérence amniotique n'est pas simplement destructeur. On remarquera que la lame nerveuse est nettement soulevée, attirée vers l'amnios. Cela revient à dire qu'à la destruction se joint une déformation mécanique.

Il ne semble pas y avoir là un agent capable de ramener l'un vers l'autre les deux globes oculaires et je n'insiste pas autrement sur ce cas intéressant, au sujet duquel j'ai donné ailleurs les développements nécessaires[1]. Je me contente d'en donner ici la figure.

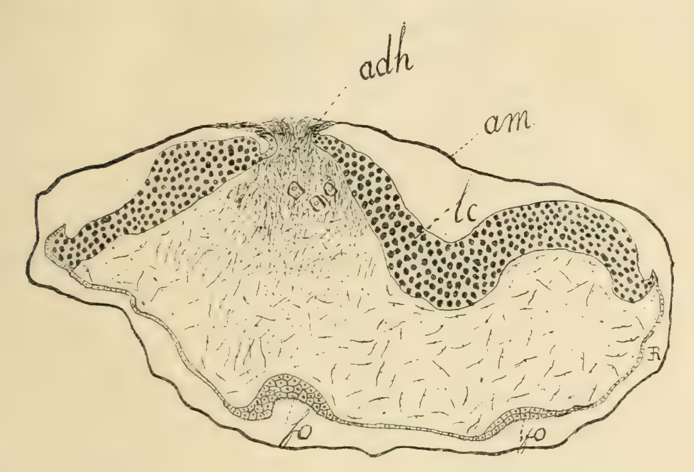


Fig. 46. — Embryon du quatrième jour. — *adh*, adhérence amniotique ; *am*, amnios *lc*, lame cérébrale ; *fo*, fossettes olfactives.

C. *Compression non amniotique.* — Puisque l'amnios, incriminé par Dareste, ne saurait provoquer le processus cyclocéphalien, devons-nous conclure que toute action mécanique soit frappée de la même incapacité?

Il est à penser, *a priori*, qu'une pression quelconque agissant en même temps et également sur toute la surface du corps, doit donner des résultats assez semblables. Mais qu'adviendrait-il si un agent mécanique exerçait son effort sur une surface limitée de l'embryon, sur la face dorsale par exemple? Il doit se produire, théoriquement, une déformation régulière, laissant intacte la symétrie générale de l'organisme. Peut-il se produire aussi une modification telle, qu'il en résulte un processus évolutif spécial, un développement diffus? Nous ne le croyons pas, et notre opinion

1. Étienne Rabaud, Adhérence amniotique chez un embryon monstrueux, *Soc. de Biologie*, 4 mai 1901.

se fonde sur deux exemples que nous avons eu la bonne fortune de rencontrer au cours de nos recherches. Ce sont deux embryons (fig. 47 et 48) dont l'un simulait un Cébocéphale typique, dont l'autre paraissait être Cyclope. Tous deux présentent un aplatisse-

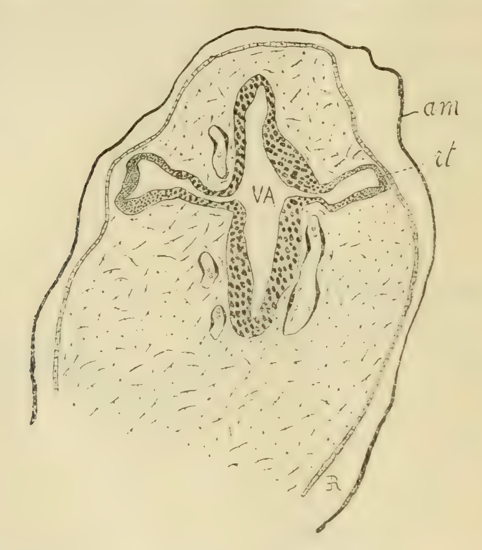


Fig. 47. — Embryon du quatrième jour. — *am*, amnios; *rt*, rétine; *VA*, vésicule cérébrale antérieure.

ment marqué de l'encéphale, provenant d'une pression latérale pour l'un, verticale pour l'autre. L'agent de cette pression ne nous est pas connu (ce n'est pas l'amnios qui est large et flottant chez l'un, à

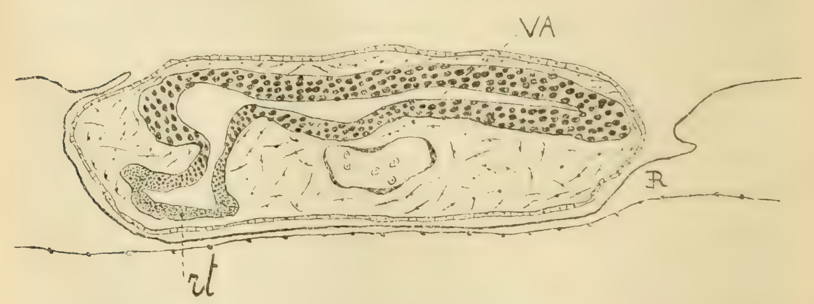


Fig. 48. — Embryon du troisième jour, section transversale. — *VA*, vésicule cérébrale antérieure; *rt*, rétine.

peine ébauché chez l'autre), mais l'intervention d'un agent mécanique ne paraît pas contestable.

Dans les deux cas le système nerveux s'est transformé en vésicule close, il n'y a pas de trace de diffusion. Et cependant, l'action a dû se faire sentir de très bonne heure, bien avant la naissance des ébauches oculaires. Celles-ci, en effet, n'ont pas subi de déplacement après leur apparition, car les pédicules ne sont point tordus; chez l'un, les deux rétines sont latérales, rapprochées du sommet de la tête; chez l'autre, l'une des deux rétines manque complètement, l'autre est en rapport avec la face ventrale. En aucune façon l'agent n'a pu aboutir à diriger l'un vers l'autre les pédicules oculaires et à rapprocher les rétines du milieu de la face.

Lebedeff [1] a invoqué un phénomène d'un autre genre. Cet auteur a eu sous les yeux le processus embryonnaire vrai de la Cyclocéphalie obtenu expérimentalement sur des embryons de poulet; il a vu et représenté la forme caractéristique du système nerveux diffus, compliqué de formations kystiques, mais très net malgré tout. Il a cru pouvoir attribuer la genèse de ce processus à une cyphose embryonnaire obligeant la gouttière neurale à rester ouverte.

Cette hypothèse est sans fondement; Lebedeff ne montre pas l'agent actif de la cyphose. Au surplus, j'ai rencontré souvent des embryons cyphotiques, même à un très haut degré, dont la moelle était complètement fermée; j'ai en particulier rencontré des Cyclopes extraordinairement repliés sur eux-mêmes, à la fois cyphotiques, lordotiques, scoliotiques, et chez lesquels le tube médullaire n'était atteint d'aucune anomalie. Enfin je rappellerai que la tête des Cyclocéphaliens n'est pas recourbée, même au quatrième jour, contrairement à l'ordre normal : le processus diffus existe donc en l'absence des courbures qui auraient dû s'effectuer; peut-être même le processus diffus retarde-t-il la production de ces courbures.

Ainsi, même s'exerçant dès le début de l'ontogenèse, il n'y a pas d'action mécanique capable de provoquer une différenciation diffuse; quand celle-ci existe, on ne trouve pas la trace d'une compression ou d'une extension quelconque. Lorsque l'une ou l'autre de ces actions intervient, elle a pour résultat une simulation grossière, purement extérieure de la Cébocéphalie, une simple analogie de forme.

Il faut chercher ailleurs l'origine du processus diffus.

1. Lebedeff, *loc. cit.*

2. Hypothèse pathologique.

Trouverons-nous cette origine dans un état pathologique de l'embryon?

La seule inspection des coupes de Cyclocéphaliens ne paraît pas favorable à cette hypothèse. Nous avons insisté à diverses reprises sur ce fait que, le plus souvent, les tissus de ces monstres sont parfaitement sains; que la multiplication des éléments ne subit aucune entrave et que leur différenciation correspond exactement au temps moyen de l'incubation.

Chez quelques individus, il est vrai, l'axe encéphalique est frappé d'un arrêt de croissance ou même d'un arrêt de développement; mais l'intervention de ces processus, en admettant qu'ils soient pathologiques, ne peut avoir provoqué la différenciation diffuse; il est notoire, au contraire, que l'étendue de la lame cérébrale, son épaisseur et son état histologique se trouvent altérés du chef de cette intervention. Selon toute évidence, l'arrêt de croissance ou de développement vient se greffer sur un mode spécial d'évolution pour le déformer, comme il se greffe sur le mode normal dans un certain nombre de cas. Ce n'est pas cet arrêt qui dirige l'ontogénèse ni qui la détermine : il lui fait obstacle.

Les causes efficientes de l'état morbide des tissus ne sont donc pas celles des processus cyclocéphaliens. Il existe parfois, sans contredit, une relation entre cet état morbide et ces processus; c'est une relation accidentelle et non pas une relation nécessaire. Je m'explique.

La modification spéciale du tissu nerveux d'où résulte la Cyclocéphalie, peut-être, quelle que soit sa cause, compliquée d'une altération morbide concomitante, résultat d'une action secondaire du déterminant externe. Dans cette éventualité, l'évolution embryonnaire, cesse, à peine ébauchée, d'être en harmonie avec les conditions externes; les tissus différenciés ne tardent pas à périr, sous l'action même des milieux dans le sein desquels ils ont pris naissance.

Cela veut dire que le processus initial n'est pas un processus de nature pathologique; ses produits deviennent malades parce qu'ils subissent le contre-coup d'une action pathogène. Ce n'est pas l'état morbide des éléments histologiques qui constitue le processus tératologique, le processus est antérieur à l'état morbide, mais, évo-

luant dans des conditions défectueuses, il devient la proie de cet état morbide.

Tel est, à notre sens, la nature des relations qui peuvent exister et qui existent parfois entre la différenciation diffuse et les diverses manifestations pathologiques, relations très particulières et qui excluent l'intervention d'un tiers agent. Un seul agent suffit et pour provoquer l'évolution tératologique des éléments et pour amener un état morbide quelconque à se greffer sur eux. Il n'en est pas moins vrai que l'un et l'autre processus sont indépendants de la façon la plus complète [1].

En certaines circonstances on constate l'existence de phénomènes d'hydropisie et l'on reconnaît en eux les agents indubitables d'une modification anormale. L'hydropisie se manifeste par une dilatation marquée des vaisseaux, leur pauvreté en globules, par l'imperfection du réseau vasculaire privé d'un certain nombre de voies de communications perméables. La nutrition est mal assurée par un système aussi défectueux, il y a dystrophie et la dystrophie se traduit par un état de souffrance des tissus embryonnaires.

La question est de savoir si cet état de souffrance provoque la Cyclocéphalie, — ou si, loin de la faire naître, il porte obstacle à l'évolution de la monstruosité.

Que peut donc produire, sur un embryon donné, une dystrophie plus ou moins intense? Les documents que nous avons sous les yeux nous permettent de dire que l'évolution, quelle qu'elle soit, est retardée ou arrêtée, mais qu'il n'existe aucune corrélation entre la dystrophie d'une part et le sens même de l'évolution, d'autre part.

Lorsqu'elle porte sur l'embryogénèse normale, l'hydropisie fixe définitivement ou d'une façon transitoire, un stade donné de cette embryogénèse. Nous en avons vu un exemple très remarquable dans le sujet sur lequel nous nous sommes étendus dans le précédent chapitre et qui a fourni la figure 38. La vésicule encéphalique a subi un retard d'accroissement, un œil est absent, l'autre déplacé vers le haut, mais le mode d'évolution lui-même n'est nullement altéré.

Ainsi, la dystrophie embryonnaire n'oriente pas l'évolution dans un sens ou dans un autre, elle déforme l'évolution sur laquelle elle

1. Étienne Rabaud. 1° *Actions pathogènes et actions tératogènes* (C. R. de l'Académie des Sciences, 21 avril 1902). — 2° *Les états pathologiques et les états tératologiques* (Bulletin de la Société philomatique de Paris, 1902, p. 77).

se greffe. Si elle se fait sentir de très bonne heure, lorsque le système nerveux se trouve encore à l'état de gouttière, elle empêchera la fermeture de cette gouttière. L'arrêt de croissance ou même de développement aura été très précoce, très complet; il exclut nécessairement toute différenciation, toute prolifération nouvelle tendant à accroître l'étendue du tissu nerveux aux dépens de l'ectoderme dorsal.

Le processus cyclocéphalien ne peut apparaître par défaut de nutrition du tissu normal; ni même la dystrophie ne peut entraîner la constitution d'une monstruosité analogue à la Cyclopie et pouvant donner lieu à confusion.

Au surplus, nous avons des individus chez lesquels coexistent l'hydropisie et la différenciation diffuse. Or, tandis que les tissus des Cyclocéphaliens non hydropiques présentent un état de santé remarquable, ceux des individus hydropiques trahissent clairement un arrêt complet ou partiel de l'évolution. Chez ces derniers, cependant, la lame cérébrale existe; elle est mince, discontinue, mal différenciée, les éléments peuvent présenter un certain degré de dégénérescence ; néanmoins il n'y a pas lieu de douter que, loin d'avoir pour origine une altération morbide, la lame a subi une atteinte grave du fait de cette altération.

Nous ne pouvons donc, en aucune façon partager la manière de voir les auteurs qui accordent un rôle important aux phénomènes pathologiques pour la production des monstres en général et des Cyclocéphaliens, en particulier. Outre qu'il est imprudent de vouloir attribuer une cause commune à un ensemble de faits discordants, il nous paraît démontré que la maladie ne peut provoquer une évolution tératologique; elle ne peut que gêner dans sa marche ou détruire un processus donné, — normal ou anormal.

Autant qu'il demeure sous l'influence du milieu qui l'a provoqué, autant qu'il est adapté à ce milieu et qu'il reste à l'abri de toute perturbation secondaire, un monstre suit sans entraves le cours de son évolution spéciale. L'action tératogène n'est pas nécessairement une action pathogène, celle-ci déforme et supprime, celle-là donne une orientation nouvelle. Sans doute, les déterminants externes modifient la nutrition dans un sens ou dans un autre. Modifier n'est pas altérer. L'action tératogène provoque une nutrition différente, l'action pathogène supprime la nutrition, complètement ou incomplètement[1].

1. Cela ne veut pas dire qu'il n'y ait pas de monstres, *au sens général du mot*, produits par une modification morbide de l'évolution normale.

Je sais qu'il existe les expériences de St. Warynski et Hermann Fol[1] et que ces auteurs, forts de leurs résultats expérimentaux, concluent dans un sens diamétralement opposé, entraînant à leur suite un certain nombre de biologistes[2].

Il me paraît tout à fait impossible de m'engager dans la même voie. Même si je n'avais les preuves et les raisons que je viens de développer, je ne pourrais accorder aux recherches des deux auteurs suisses qu'un crédit très limité. J'ai été conduit, en effet, à les prendre en défaut de la façon la plus absolue pour ce qui concerne la production de l'Omphalocéphalie[3] : j'ai acquis le droit de n'attribuer qu'une médiocre confiance aux résultats qu'ils prétendent avoir obtenu. Il est à craindre qu'ils n'aient interprété dans leur sens quelques heureuses coïncidences.

3. Hypothèse atavique.

C'est à peine s'il convient de s'arrêter à cette hypothèse. Même si la Cyclopie était vraiment un retard de croissance de la vésicule cérébrale antérieure, le processus n'aurait aucune relation réelle avec les dispositions ancestrales. Ces dispositions ne sont pas capables, par elles-mêmes, de déterminer le retard ou l'arrêt de croissance ; un tel phénomène se produit sous l'action d'influences beaucoup plus immédiates. Et lorsqu'une évolution embryonnaire aboutit à simuler un état ancestral, il s'agit d'une simple convergence de formes, facilitée par la récapitulation ontogénique de la phylogénèse.

Rechercher, avec Isidore Geoffroy Saint-Hilaire et d'autres auteurs, parmi toutes les formes zoologiques, celles qui se rapprochent le plus des aspects cyclocéphaliens, reviendrait à attribuer à la disposition apparente des yeux une importance excessive; ce serait vouloir s'arrêter à des manifestations extérieures dépendant des processus initiaux variés et sans rapports les uns avec les autres. Ce n'est donc que pour mémoire que nous rappelons les comparaisons faites entre les Cyclocéphaliens et certains Crustacés cyclopes. Nous n'insisterons pas davantage sur la ressemblance que Nägeli[4]

1. St. Warynski et Hermann Fol, Recherches expérimentales sur la cause de quelques monstruosités et de divers processus embryogéniques, *Recueil zoologique suisse*, 1883, n° 1.

2. C. Phisalix, *loc. cit.*, pp. 72 et 100.

3. Étienne Rabaud, Essai de tératologie : Embryologie des poulets omphalocéphales, *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* (1898), *passim.*

4. O. Nägeli, Ueber eine neue mit Cyclopie verknüpfte Missbildung der Centralnervensystems, *Arch. f. Ent. Mech.*, 1897, V.

croit reconnaître entre le cerveau cyclocéphale et celui des Raies. La description toute récente d'une Raie cébocéphale [1] me paraît de nature à enlever à cette vue le peu de valeur qu'elle pouvait avoir.

Où que nous regardions, dans la série des formes de l'être, nous ne trouvons rien qui ressemble, de près ou de loin, au processus initial de la Cyclocéphalie. Cette raison nous dispenserait de discuter plus longuement la singulière notion de l'atavisme, si un auteur n'avait émis, il y a quelques années, une théorie d'apparence nouvelle dans cet ordre d'idées. Broom [2] trouve l'origine de la Cyclopie dans une altération des facultés potentielles de développement des cellules de l'œuf. Leur évolution se terminerait au moment où elles atteignent une période correspondant à l'état adulte de leurs ancêtres. Sur la cause même de l'altération de ces facultés potentielles, Broom ne s'explique pas, se contentant de nier l'intervention d'une dystrophie d'origine vasculaire. Il suppose, implicitement, une influence atavique provoquant un arrêt de différenciation.

Cette théorie, pour être vraie, impliquerait l'intervention d'un certain nombre de phénomènes qui ne se produisent pas en réalité.

Même en supposant démontrée l'existence d'une influence atavique, il faudrait encore que l'histogénèse individuelle passât par les diverses phases de l'histogénèse phylogénique, ce qui n'est pas. Il faudrait surtout mettre en évidence ce fait, que l'histogénèse des Cyclopes a subi un arrêt dans son évolution, et la démonstration de ce fait n'est vraiment pas facile en présence des données fournies par les présentes recherches — desquelles il ressort que la différenciation des éléments nerveux n'a subi aucune atteinte, qu'elle se poursuit régulièrement, quand aucune cause perturbatrice ne vient troubler la marche du processus monstrueux. Toute discussion sur ce point est close sans recours.

4. Origine adaptative.

L'examen des faits nous ayant ainsi conduit à éliminer successivement les diverses hypothèses proposées, devons-nous conclure que nous nous trouvons en présence d'un processus morphologiquement défini, mais sur les origines duquel nous ne possédons aucune donnée, ni ne pouvons faire aucune hypothèse?

1. Pellegrin, *loc. cit.*
2. Broom, Notes on the Anatomy of a form of Cyclopean with Remarks on the significance Cyclopeans, *Trans. Nat. Hist. Soc. Glasgow*, 1894.

Nous avons une donnée : la différenciation des éléments nerveux, au lieu de rester localisée à une surface circonscrite de l'ectoderme dorsal, envahit tout cet ectoderme. Ce phénomène n'a pu se produire qu'autant que les cellules ectodermiques possédaient les éléments nécessaires à cette différenciation. Est-ce là une propriété nouvellement acquise par ces cellules? évidemment non. L'ectoderme, dans son ensemble, avant toute différenciation, est capable de donner naissance à tel ou tel dérivé particulier. Au cours de l'évolution embryonnaire, ces dérivés apparaissent en des points déterminés de l'ectoderme; en ces points, mais en ces points seuls, l'ectoderme a perdu le pouvoir de se différencier dans un autre sens; les cellules devenues des neuroblastes, par exemple, ne pourront plus devenir glandulaires. Il y a eu spécialisation, et la spécialisation une fois, établie ne peut plus se modifier, elle ne laisse aux cellules que la possibilité de se spécialiser plus étroitement encore dans le même sens : les neuroblastes deviendront cérébraux olfactifs, rétiniens, etc., le phénomène n'ayant pas, théoriquement, de limite définie.

Mais avant que se soient effectuées toutes les spécialisations, les cellules d'un feuillet donné ou d'un tissu restent totipotentes; elles ne portent en elles-mêmes aucune force qui les dirige dans un sens plutôt que dans un autre. Sans doute, on objectera l'influence de l'hérédité, et nous ne saurions négliger complètement cette influence. Cependant, il est d'observation constante que l'hérédité se confond — en majeure partie tout au moins — avec la similitude des milieux successifs dans lesquelles évoluent les êtres vivants d'un type général déterminé. Ces milieux semblables permettent au protoplasma de conserver une constitution toujours semblable à elle-même; partant, ils entraînent ce protoplasma à évoluer dans des directions sensiblement les mêmes. S'il survient une influence d'ordre quelconque, capable de modifier la constitution du protoplasme et de contraindre ce protoplasme à suivre les voies nouvelles, nous verrons les localisations habituelles des différenciations histologiques se déplacer en tout ou en partie, s'agrandir ou se rétrécir. Ce ne sera point l'apparition de propriétés nouvelles, ce ne sera point une perturbation sans exemple, ce sera simplement la mise en jeu des propriétés les plus élémentaires de la matière vivante.

Comme preuve de ce que nous avançons, il suffirait de montrer l'état même du système nerveux des Cyclopes, état qui ne peut trouver, à notre sens, d'autre explication légitime. La preuve serait

incomplète; il serait toujours possible d'arguer de je ne sais quel phénomène spécial, miraculeux, aussi difficile à combattre qu'à démontrer. Nous pouvons, en outre, mettre en avant tous les phénomènes de régénération, qui, dans leur ensemble, ne sont en somme que l'exercice de cette propriété potentielle des tissus non différenciés ou incomplètement différenciés.

Et même, les régénérations élèvent et élargissent encore la question. Elles nous montrent, ce que l'on pouvait prévoir, que les différenciations embryonnaires irréductibles, ou apparaissant telles, n'intéressent qu'une très faible partie des feuillets; qu'une fois ces différenciations effectuées, il reste dans ces feuillets un nombre considérable d'éléments ayant gardé intactes, malgré l'apparence, leurs parties constitutives. Ainsi, le tube digestif reste capable de donner naissance à nouveau à des dérivés secondaires; — le revêtement cutané n'a point perdu la possibilité de reproduire le tissu nerveux. La vésicule rétinienne elle-même, dans sa portion antérieure, n'a pas subi la spécialisation visuelle, elle reste formée de cellules indifférentes dans une certaine mesure, et peut, le cas échéant, proliférer pour donner un nouveau cristallin.

Cela étant, ce ne sera pas une vaine hypothèse que de dire : les localisations actuelles des divers tissus sont des localisations acquises sous l'action de déterminants divers qui n'ont point entraîné la perte d'une propriété générale des feuillets. Nous voyons, par exemple, la fonction nerveuse dévolue indifféremment, chez les êtres inférieurs, à toutes les cellules du revêtement externe — ou bien à des cellules isolées, éparses au hasard sur la surface entière du corps. Petit à petit, soit pour répondre à des conditions nouvelles, soit pour s'adapter plus étroitement aux conditions anciennes, nous voyons la fonction nerveuse se restreindre à une région nettement circonscrite. Cela ne veut pas dire que les autres régions sont devenues incapables de subir une transformation identique : il suffit qu'une nécessité nouvelle se fasse sentir, pour que ces régions manifestent aussitôt leur pouvoir latent.

Les limites de ce pouvoir sont celles qu'imposent les spécialisations antérieurement subies par les éléments intéressés. Pour ce qui est de l'ectoderme, ce pouvoir s'exerce plus particulièrement dans le champ des dérivations ectodermiques; pour l'endoderme, dans le champ des dérivations endodermiques. Mais, comme un feuillet est, en somme, un tissu très faiblement différencié, il n'est pas impos-

sible que les limites soient plus larges encore; ne voyons-nous pas, en effet, dans les régénérations, ou même dans certaines ontogénèses des dérivations paradoxales en apparenee?

Ainsi, le processus cyclocéphalien reconnaît pour origine la mise en jeu d'une propriété générale des tissus et de l'ectoderme en particulier[1]. Cependant nous ne pouvons voir dans cette propriété qu'une cause très générale, et non pas la cause efficiente de la Cyclocéphalie. Sur la nature de cette cause efficiente nous ne possédons aucune donnée positive.

Sans doute, nous sommes en droit de dire que l'embryon ne porte pas en lui cette cause efficiente. Le dogme de la monstruosité originelle ne saurait se soutenir, en présence des travaux contemporains, de ceux de Dareste en particulier; nous pouvons affirmer que cette cause efficiente est un agent externe. Et du reste, les récentes expériences de Mitrophanow[2] montrent que la déviation de la ligne primitive peut s'obtenir par la simple intervention de ces agents externes; Dareste lui-même avait pu modifier la forme de l'anse vasculaire. Ces expérimentateurs, en un mot, ont pu déplacer des différenciations.

Seulement, les procédés expérimentaux mis en œuvre n'ont, actuellement, aucun caractère de spécificité. Les influences les plus variées provoquent des monstres semblables; les mêmes influences provoquent des monstres très différents. De ce fait, il n'y a point lieu d'être surpris. Il en sera ainsi tant que les tératologistes continueront à soumettre aux agents externes des objets aussi dissemblables que peuvent l'être des œufs de poules, œufs qui subissent dans l'oviducte même les premières phases de l'évolution embryonnaire. Cependant, il est permis de croire que le déterminisme expérimental en Tératologie n'est pas entouré de difficultés insurmontables; quelques résultats positifs (larves au lithium par exemple) laissent entrevoir une solution possible.

Pour l'instant nous ne savons rien des déterminants externes du processus cyclocéphalien.

1. Il est bien évident que le processus de différenciation massive qui intéresse les dérivés oculaires relève également de la même propriété générale. Dans ce cas particulier il s'agit de la totipotence des éléments nerveux pour les diverses différenciations qu'ils sont susceptibles de subir.

2. Paul Mitrophanow, *Teratogenetische Studien*; III. Einfluss der veränderten Respirationsbewegungen auf dies erste Entwickelung des Hühnerembryos, *Arch. für Entw. Mech.*, 1900, Bd. X, H. I.

III

Rapports de la Cyclocéphalie avec quelques autres anomalies.

Les notions que nous venons d'acquérir sur la nature et l'origine des processus cyclocéphaliens nous mettent en mesure de discuter quelques assertions touchant la coexistence de la monstruosité qui nous occupe avec quelques autres, l'Anencéphalie, l'Exencéphalie, l'Omphalocéphalie. Nous le ferons brièvement; aussi bien nos conclusions ressortent-elles de tout ce qui précède.

Nous n'ajouterons rien pour ce qui est de l'Otocéphalie; nous croyons avoir montré, avec toutes les preuves nécessaires, l'identité des processus chez les Cyclopes vrais et chez les Otocéphales cyclopes.

1. Anencéphalie.

Plusieurs auteurs, et Dareste en particulier, ont affirmé la coexistence de l'Anencéphalie avec la Cyclocéphalie, celle-ci venant compliquer celle-là. Il ressort de l'étude des textes que cette opinion est fondée sur l'apparence atrophique présentée par la voûte cérébrale des monstres cyclopes.

Nous savons ce qu'il faut penser de l'atrophie de la voûte cérébrale; nous savons que cette voûte est une membrane surajoutée, sans homologue dans l'évolution normale. Si elle reste mince, épithéliale parfois, cela tient à ce qu'elle ne prend qu'une faible part à la prolifération et à la différenciation générale. Mais elle ne subit point d'action régressive, quelle qu'en soit la cause.

Il y a plus. Chez les Anencéphales, la voûte du crâne et la voûte cérébrale font défaut, le tissu nerveux lui-même est complètement détruit, tandis que les yeux occupent leur place habituelle. Chez les Cyclopes, la voûte du crâne existe toujours, ossifiée ou non, la voûte cérébrale est toujours représentée par une membrane, mince le plus souvent mais quelquefois épaisse, le tissu nerveux n'est pas détruit, les yeux sont constamment déplacés.

Les caractères essentiels des deux types paraissent donc incompatibles; il semble paradoxal d'admettre le mélange ou la superposi-

tion de deux monstruosités qui s'excluent. L'Anencéphalie et la Cyclocéphalie ne peuvent pas coexister.

Mais la question doit être envisagée à un autre point de vue. Si nous enlevons à l'Anencéphalie sa valeur du type tératologique défini, pour la réduire à la valeur d'un simple processus secondaire se greffant sur un mode quelconque d'évolution, nous pourrons très bien concevoir des Cyclopes anencéphales.

Ce que l'on est convenu d'appeler Anencéphalie, absence de substance nerveuse, ouverture de la boite crânienne, parait résulter d'un simple arrêt de développement de l'ontogenèse normale survenue postérieurement à la formation des vésicules optiques. Cet arrêt de développement a été suivi d'une dégénérescence complète des tissus intéressés, dégénérescence qui a pu gagner la voûte ectodermique et sa doublure conjonctive en ce moment fort peu épaisse. Il est possible aussi que l'arrêt soit survenu à un moment où la gouttière cérébro-spinale était encore ouverte. Dans l'une et l'autre éventualité l'absence de voûte s'explique très aisément, la situation normale des yeux ne soulève aucune difficulté d'interprétation. L'Anencéphalie, en d'autres termes, résulte d'une dystrophie intense interrompant le cours d'une ontogenèse normale.

Or, nous avons insisté à diverses reprises sur ce fait que des troubles dystrophiques pouvaient aussi bien intervenir au cours d'une ontogenèse anormale; il n'y a donc aucune impossibilité théorique à ce que la Cyclocéphalie soit soumise à un arrêt de développement. Dans ces conditions, la fermeture épibolique du cerveau ne s'effectuera pas, le tissu nerveux sera détruit, tandis que les yeux occuperont leur situation particulière. Il y aura, si l'on veut, anencéphalie; mais il importe de spécifier que ce terme, au lieu de désigner une anomalie bien caractérisée, désigne simplement un processus [1]. Autant que ce terme correspond à un type

1. En fait, parmi les Cyclopes nouveau-nés qui ont été l'objet des relations anatomiques, il n'en est pas un qui porte la marque d'un processus anencéphale précoce. Il en est chez lesquels on constate un certain degré de dystrophie, mais cette dystrophie se manifeste par l'état de différenciation du tissu nerveux ou des rétines; l'épaisseur des parois cérébrales ne parait pas avoir subi une réduction notable. La voûte s'est constituée; elle est mince, il est vrai, mais cette minceur est son état le plus habituel puisque les éléments de cette paroi ne sont que très rarement le siège d'une qualification un peu active. Le cas le plus complet de dystrophie est celui de Karadec (*loc. cit.*), dans lequel la dégénérescence a complètement détruit les yeux, ne laissant de la vésicule cérébrale qu'un informe moignon. La dégénérescence est, ici, postérieure à la fermeture du crâne.

tératologique dérivant d'un processus initial déterminé, il y a incompatibilité entre le processus initial de ce type, qui est un arrêt de développement, et le processus initial de la Cyclocéphalie, qui est une différenciation diffuse. Il y a confusion dans les mots, phénomène fréquent en biologie, et sans doute vaudrait-il mieux réserver le nom d'anencéphalie au type tératologique.

2. Exencéphalie.

L'Exencéphalie est caractérisée par une ectopie plus ou moins marquée de la masse cérébrale, parfois limitée à une très petite partie de cette masse. Dans ce dernier cas, l'anomalie se réduit à une tumeur, sous le nom d'Encéphalocèle.

Dareste [1] croit que l'ectopie cérébrale est purement apparente, qu'elle résulte d'une absence d'ossification du crâne; le cerveau revêtu d'une membrane transparente semble faire hernie tandis qu'il serait simplement dépourvu de son enveloppe osseuse.

Si l'Exencéphalie se réduit à ce processus, il n'est pas douteux qu'un Cyclope ne puisse être exencéphale par sucroît, Mais alors, l'Encéphalocèle, considéré comme le degré le plus léger d'Exencéphalie, n'a plus aucun rapport avec cette dernière monstruosité. Il semble résulter, en effet, de deux examens histologiques pratiqués l'un par Ranvier, l'autre par Suchard [2], que la tumeur de l'Encéphalocèle provient d'un déplacement des différenciations nerveuses se faisant aux dépens de l'ectoderme céphalique. Dans les deux cas, la tumeur était constituée par un mélange intime de tissu cérébral et cérébelleux, surajouté aux tissus normaux de même nature ou les complétant. Si ce processus est également celui de l'Exencéphalie en général, celle-ci sera caractérisée par un mode spécial de différenciation supplémentaire ou simplement déplacé. Ce mode d'évolution ne peut s'accorder avec celui de la Cyclocéphalie.

L'incompatibilité n'est pas absolue, en principe. Si l'on se souvient que la prolifération de la voûte cérébrale des Cyclopes est le plus souvent assez peu active que, lorsqu'elle se produit, elle n'aboutit jamais à former une paroi très épaisse, et que, de plus,

1. C. Dareste, *Rech. s. la Prod. art. des Monst.*, p. 401 et 402.

2. On en trouve la relation dans : Paul Berger, Considérations sur l'origine, la mode de développement et le traitement de certaines encéphalocèles, *Revue de Chirurgie*, avril, 1890.

elle est elle-même supplémentaire, il faut admettre, ou bien que l'Exencéphalie vraie et la Cyclopie caractérisée sont deux modes de différenciations intéressant tous deux la voûte cérébrale et tous deux supplémentaires dans des conditions exclusives l'une de l'autre; ou bien que Exencéphalie et Cyclopie sont un seul et même processus initial avec quelques différences secondaires. Nous ne pouvons, actuellement, conclure dans un sens ou dans l'autre.

3. Omphalocéphalie.

Quant à la coexistence de l'Omphalocéphalie et de la Cyclopie, elle n'a pu être affirmée par Dareste que sur la foi d'apparences mensongères.

Les deux processus sont incompatibles, sans aucune restriction.

La première est due à une formation désorientée de l'axe encéphalique. Celui-ci prolifère de haut en bas et refoule devant lui le tube digestif; il se dilate en une vésicule dans laquelle il n'est pas possible de discerner les parties constituantes du cerveau et tout particulièrement les vésicules optiques. La prolifération du système nerveux se fait aux dépens de lui-même; elle n'est en aucune façon la différenciation d'éléments ectodermiques ordinairement destinés à faire partie du revêtement cutané.

La seconde est une différenciation diffuse, s'effectuant suivant la direction normale, en s'étalant, et qui n'a aucune tendance à proliférer de haut en bas.

CONCLUSIONS

1. Le type cyclocéphalien.

De tout ce qui précède ressort, avec l'évidence nécessaire, la notion d'un type cyclocéphalien nettement caractérisé par un processus embryologique duquel dépend la constitution du cerveau. Ce processus initial ne ressemble à aucun de ceux qui ont pour siège le système nerveux encéphalique; il est le seul qui explique toutes les variétés connues de la monstruosité.

Consistant en une *formation diffuse* de l'axe cérébral, ce processus est toujours semblable à lui-même, quel que soit l'individu considéré; les variations qu'il est capable de subir apportent simplement des modifications de détail localisées dans le cerveau et n'ayant aucun contre-coup sur les phénomènes secondaires. Il ne

s'établit, en particulier, aucune corrélation entre le nombre des yeux et des cristallins et le degré d'épaisseur de la paroi cérébrale. J'ai le regret de ne pouvoir partager sur ce point l'opinion de Phisalix, fondée sur un nombre de cas trop restreint. L'importante série d'embryons qui sert de base à ce travail renferme les principaux types des formes connues de la Cyclocéphalie; j'ai pu observer toutes les dispositions oculaires relevées dans les descriptions anatomiques. Dans aucun cas je n'ai remarqué la moindre variation sérieuse quant à la constitution de l'encéphale; surtout, je n'ai pas constaté une différence radicale, de la nature de celle que déterminerait la mise en jeu de deux processus initiaux distincts, l'un pour la « cyclopie incomplète », l'autre pour la « cyclopie totale ». J'ai pris soin d'insister sur ce point, et j'ai également indiqué comment, à mon avis, devait s'expliquer la disposition anatomique présentée par l'un des sujets décrits dans le mémoire de Phisalix. Il s'agit là d'une exception rare, ai-je dit, qui ne peut servir de prétexte à aucune discussion sérieuse.

En fait, qu'il y ait deux yeux ou qu'il n'y en ait qu'un, que l'œil unique soit en rapport avec deux cristallins ou avec un seul, la constitution du cerveau n'en est point affectée, elle reste toujours sensiblement la même. C'est dire qu'elle dépend d'un seul et unique processus, intéressant, suivant les cas, une étendue plus ou moins considérable du système nerveux encéphalique.

L'influence immédiate et constante de ce processus sur les formations oculaires est une influence d'ordre mécanique : le cerveau évoluant en surface, les vésicules optiques naissent à la face inférieure de ce cerveau; elles doivent nécessairement végéter de haut en bas, elles sont contraintes d'aborder le côté ventral de la face.

Cette déviation passive mise à part, les formations oculaires se différencient le plus souvent suivant le mode massif. Un tel phénomène constitue un processus secondaire de la Cyclocéphalie. Nous nous sommes demandé s'il y avait corrélation entre le processus cérébral et le processus oculaire; nous n'avons pas pu, sur ce point, conclure d'une façon formelle. Chez quelques individus, en effet, les vésicules optiques naissent suivant le mode normal purement et simplement, bien que l'évolution cérébrale fût exactement la même pour ces individus et pour ceux dont les organes optiques naissent par différenciation massive. En outre, la différenciation massive est susceptible de variations, indépendantes du processus

initial : tantôt elle est complète, intéressant à la fois les pédoncules et les rétines; tantôt elle est incomplète, limitée aux pédoncules.

Toutefois le mode massif est le mode le plus fréquent, c'est le seul qui se produise et puisse se produire dans la Cyclopie vraie. Il paraît donc intimement lié à la genèse même du type monstrueux, il en est un caractère second. Aussi, les faits ne permettant pas d'admettre une corrélation absolue entre le processus oculaire et le processus cérébral, avons-nous pensé qu'il s'agissait d'une corrélation en voie d'établissement entre deux modes évolutifs, adéquats aux conditions externes qui déterminent la Cyclopéphalie.

Par contre, nous avons relevé un phénomène corrélatif non douteux et tout à fait constant, entre le nombre et la situation réciproque des yeux, d'une part — le nombre et la situation réciproque des fossettes olfactives, d'autre part. Seulement, nous n'avons point reconnu que ce phénomène ait le moindre rapport avec la constitution définitive de la monstruosité, c'est-à-dire avec l'existence ou la non existence d'une trompe. Les descriptions anatomiques, en effet, mettent en lumière ce fait que la trompe se trouve aussi bien chez les Cyclocéphaliens munis d'un seul œil que chez les Cyclocéphaliens munis de deux yeux; en outre, si nous en croyons I. Geoffroy Saint-Hilaire, la présence d'une trompe dépendrait, en quelque sorte, de l'état normal de développement acquis par l'appendice nasal de l'espèce qui donne naissance à la Cyclopie. Enfin, il ne nous a point semblé qu'il y eut de différences, à ce point de vue, entre les divers embryons soumis à notre examen.

Par suite, nous sommes conduits à négliger, malgré l'intérêt général qu'il présente, le phénomène corrélatif qui unit les rétines aux fossettes olfactives; nous ne reconnaissons à l'existence d'une trompe aucune signification importante; la trompe modifie simplement l'apparence extérieure des individus, elle n'est nullement le signe de telle ou telle modalité particulière dans l'ensemble des processus [1]. Ce caractère ne fait pas partie intégrante du type cyclocéphalien, on ne s'explique pas qu'il joue un rôle prédominant dans la classification de la famille des Cyclocéphaliens.

L'état des mâchoires constitue un caractère tout aussi contin-

1. Césare Taruffi a décrit sous le nom de *Cyclops dirrhinus* un fœtus humain chez lequel la seconde trompe est une simple déformation du maxillaire inférieur. Le cyclope en question est du reste affecté d'Otocéphalie. Il n'y a pas lieu de retenir ce *C. dirrhinus* résultant d'une interprétation fantaisiste (C. Taruffi, *R. C. della R. Acc. d. sc. di Bologna*, 1895).

gent. Cet état dépend de l'évolution des arcs branchiaux; nous avons constaté que cette évolution pouvait se poursuivre normalement ou subir au contraire des modifications diverses sans qu'il en résultât la moindre variation dans les processus cérébraux ou oculaires.

2. La classification.

Cela posé, nous devons légitimement conclure que les différentes variétés de Cyclocéphaliens forment une famille naturelle — ainsi que l'avait affirmé Isidore Geoffroy Saint-Hilaire.

La famille est caractérisée par la constitution spéciale de son cerveau procédant d'un processus initial toujours le même — et par la disposition générale des yeux due à des processus secondaires. Ces deux caractères, fondés sur l'embryologie, doivent servir de base à une classification naturelle du groupe.

Le processus initial assure à ce groupe son autonomie et le différencie de tous les autres groupes tératologiques. Il est le caractère dominant. Les variations qu'il présente n'ont aucun contrecoup sur la tenue générale de la monstruosité; d'ordre purement individuel. elles doivent être négligées.

Les processus secondaires, qui servent à qualifier les genres de la Cyclocéphalie, ne touchent pas d'une façon immédiate au mode de formation du pédicule optique. Que celui-ci procède d'une différenciation massive ou de deux différenciations indépendantes, cela n'influe en rien sur la disposition et l'aspect ultérieurs des yeux. En admettant que le mode massif soit ou devienne le mode constant, il constituerait un caractère premier, général à la famille et non à tel ou tel sous-groupe. Ce qui importe, pour établir les distinctions génériques c'est l'existence de deux yeux ou d'un œil double, sans qu'il y ait lieu de tenir compte de la présence ou de l'absence d'une trompe.

Le premier genre sera donc celui des Cyclocéphaliens chez lesquels se constituent deux yeux indépendants, portés chacun par un pédicule ou par un pédicule double. Ce genre, celui des *Diophtalmes*, se subdivise à son tour en deux sous-genres, caractérisés par l'intervention ou la non intervention d'un processus consécutif supprimant l'un des deux yeux : le Diophtalme sera *complet* ou *réduit*. Embryologiquement, ces deux sous-genres sont exactement de même valeur. Pour ce qui est des Diophtalmes complets, la dissec-

tion permettra de reconnaître si les yeux sont suspendus à un pédicule massif ou à des pédicules distincts : ce caractère est sans importance; pour les raisons que nous avons exposées plus haut, il n'y a pas lieu d'en faire l'objet de deux variétés. Les variétés secondaires seraient, avec plus de raison peut-être, établies sur l'état d'éloignement ou d'accolement des yeux, c'est-à-dire sur la présence de deux orbites ou d'une seule. (Il est d'ailleurs probable que dans ce dernier cas le pédicule est toujours unique — tandis qu'il n'est pas évident qu'il soit double dans le premier). On pourrait donc dire : *Diophtalme* complet *diorbitaire* et *Diophtalme* complet *monorbitaire*.

Le second genre sera celui des Cébocéphaliens qui ont un seul œil, mais un œil embryologiquement double, dont la duplicité se traduit à l'extérieur par le nombre des annexes (iris, cristallin, etc.) et la forme générale du globe oculaire. Cet œil double représente, en quelque sorte, le minimun d'écart possible entre les deux yeux. Résultant toujours d'une différenciation massive du pédicule, il marque un défaut de séparation et non point la fusion de deux rétines primitivement indépendantes. Ce n'est point une *Synopsie* mais une *Diplophtalmie*; c'est par le terme de *Diplophtalmes* qu'il convient de désigner les individus de ce second genre. Dans ce genre doit rentrer le cas où l'œil double serait constitué par deux rétines indépendantes, englobées dans une même sclérotique. Ce cas formerait la transition logique entre la Diophtalmie et la Diplophtalmie. Il représenterait le minimum d'écart *réel* des deux rétines. A vrai dire, il pourrait appartenir au premier genre; mais l'enveloppement secondaire dans une seule gaine conjonctive transformant les deux yeux distincts en un œil double, c'est dans le second genre qu'il vaut mieux le placer. Et comme le processus formatif de la Diplophtalmie n'est en réalité, dans la plupart des cas, qu'une variété de celui de la Diophtalmie, il n'est pas contraire à l'embryologie et il est objectivement plus vrai de les classer ainsi.

Nous reconnaissons volontiers que la distinction entre les Diplophtalmes et les Diophtalmes réduits, extrêmement précise au point de vue embryologique, n'est pas aussi simple dans la pratique. A côté des individus chez lesquels l'unicité oculaire se traduit par tous les caractères, il en est chez lesquels une seule rétine se trouve en rapports avec deux cristallins et, probablement aussi, avec d'autres parties accessoires de l'œil absent.

Toutefois, l'examen attentif des adultes permettra sans nul doute de trouver des caractères différentiels précis, soit dans la forme du globe oculaire, soit dans ses dimensions, soit surtout dans la comparaison des organes accessoires de même nom, des cristallins en particulier, le volume de l'un étant peut-être constamment inférieur au volume de l'autre.

Pour si difficile qu'elle puisse être à établir par l'inspection externe, la distinction ne s'en impose pas moins.

Créerons-nous, dans ce sous-genre, des subdivisions pour ranger, d'une part les individus dont les yeux sont complètement simples — et d'autre part ceux qui avec un œil complet possèdent quelques parties accessoires de l'œil abortif? Il semble en effet que ces derniers se rapprochent dans une certaine mesure des individus à œil double. Nous pensons que l'absence de rétine est un caractère essentiel, suffisant à lui seul pour déterminer un genre parfaitement défini — et, par contre, il ne nous semble pas que la présence des parties annexielles soit assez importante pour mériter un sous-groupe spécial [1].

Ainsi établie, la classification que nous venons d'exposer ne coïncide pas exactement avec celle de I. Geoffroy Saint-Hilaire. Ce dernier avait cru devoir faire intervenir, à la fois, le nombre et la disposition des yeux aussi bien que l'état de ces organes; il n'avait d'ailleurs pas abouti à des résultats très rigoureux, puisqu'il a confondu dans le même groupe les individus à deux yeux dans un seul orbite et les individus munis d'un seul œil. En outre, nous ne tenons aucun compte de la trompe; nous avons expliqué les raisons de cette manière de faire; nous ne tenons pas compte davantage de l'état des mâchoires, caractère tout à fait contingent, qui n'affecte aucun rapport corrélatif avec la disposition spéciale de tel ou tel individu.

Ferons-nous rentrer dans notre cadre les Otocéphaliens cyclopes, ou laisserons-nous à ceux-ci leur autonomie complète? Nous avons

1. Nous avons vu qu'il n'y a pas lieu de tenir compte du *C. dirrhinus* de Taruffi ni du genre *Ophtalmocéphale* créé par Lavocat. Quant à la variété *Anopse* de Karadec, elle exprime un état pathologique greffé sur le processus tératologique, l'œil a certainement été détruit secondairement; on ne saurait conserver cette soi-disant variété.

Enfin, il ne me paraît pas possible d'établir une catégorie spéciale pour les cas d'absence de cristallin. C'est un caractère négatif commun à tous les Cyclocéphaliens, qui ne crée pas un type spécial.

insisté sur ce fait qu'il n'y a aucune distinction précise permettant d'établir une ligne de démarcation vraie entre les Cyclocéphaliens simples et les Cyclocéphaliens otocéphales. Les uns et les autres présentent la même constitution anatomique du cerveau et les mêmes variations touchant la disposition de l'appareil oculaire. Nous n'avons pu reconnaître que l'Otocéphalie, chronologiquement postérieure à la Cyclocéphalie, imprimât à cette dernière une modification indiscutable. Cela étant, il n'y a pas plus de raisons de créer un groupe spécial pour les Cyclopes otocéphales que pour les Cyclopes polydactyles, syméliens ou autres. L'Otocéphalie se surajoute simplement à la Cyclocéphalie et il convient de distraire de la famille des Otocéphaliens tous les individus atteints de Cyclopie pour la faire entrer dans la famille des Cyclocéphaliens. Ce type monstrueux est, non pas plus grave, mais plus précoce par son origine, il donne à l'individu un faciès absolument caractéristique. L'Otocéphalie ne change pas ce faciès, elle ne peut que l'accentuer objectivement.

L'Otocéphalie ne renfermera donc que les sujets caractérisés par la disposition des oreilles moyennes, le cerveau étant normal. C'est sur l'état relatif de ces oreilles moyennes que doit reposer leur classification et non point sur la disposition de leurs yeux ou de leur cerveau. Nul ne s'est jamais avisé d'établir une gamme des nuances rouges en prenant pour base les nuances bleues : classer les Otocéphaliens d'après les caractères des Cyclocéphaliens est, pour le moins, aussi dénué de sens.

Toutefois, parmi les Otocéphales qui présentent des analogies d'aspect avec les Cébocéphales, il en est qui possèdent un cerveau normal et ne peuvent en aucune façon se comparer aux Cyclocéphaliens vrais. Nous avons indiqué quelques-unes des causes capables de provoquer un léger déplacement des yeux en dehors de tout processus cyclope. Sans doute, ce déplacement n'est pas spécial à l'Otocéphalie et ne lui est pas corrélatif; il en est une complication secondaire, il joue, vis-à-vis d'elle, le rôle d'anomalie surajoutée. L'Otocéphalie redevient alors le type principal [1] : la Cébocéphalie étant simplement apparente, il n'y aura pas lieu d'en tenir compte pour la classification de ces Otocéphales.

1. Il est des cas où la Cyclopie doit passer, elle aussi, au rang d'anomalie surajoutée, par exemple lorqu'elle vient compliquer la constitution anatomique d'un monstre double. La duplicité de l'individu devient la monstruosité principale.

Nous résumerons dans le tableau suivant la classification naturelle des Cyclocéphaliens :

Cyclocéphaliens

I. Deux yeux	DIOPHTALMES
A. Deux yeux se développant complètement	*Dioph. complets*
a). Deux orbites	Diorbitaires
b). Une seule orbite	Monorbitaires
B. Un seul œil développé, avec ou sans parties accessoires de l'œil avorté	*Dioph. réduits*
II. Un œil double	DIPLOPHTALMES

3. Signification de la Cyclopie.

En recherchant l'origine de la Cyclocéphalie, nous avons éliminé successivement, avec preuves à l'appui, l'hypothèse mécanique, l'hypothèse pathologique, l'hypothèse atavique. Nous avons montré que les processus cyclopes ne rentraient en aucune façon dans le cadre traditionnel de l'arrêt de développement, ni dans celui de l'union des parties similaires. Selon nous, avons-nous dit, les processus cyclocéphaliens représentent une évolution spéciale, parallèle à l'évolution normale, et cette évolution, déterminée par des causes non encore précisées, devient possible grâce à la propriété générale des éléments blastodermiques de se différencier dans tel ou tel sens.

Puisque nous nous trouvons en présence d'une évolution nouvelle, nous ne saurions nous attarder, à l'exemple de Broom, à rechercher quels groupes de la série zoologique correspondent au type cyclocéphalien. Broom considère que ce type forme un trait d'union entre Craniotes et Acraniotes, pour la raison qu'il possède, quant à son extrémité céphalique tout au moins, les caractères primitifs des vertébrés, tandis qu'il n'en présente presque pas de ceux qui distinguent les Craniotes.

L'assertion paraît hasardeuse. Dans tous les cas, ce trait d'union serait complètement artificiel; il proviendrait d'une forme régressive — la Cyclopie se constituant sur des individus d'un ordre élevé, oiseaux ou mammifères — forme régressive qui n'est assimilable à aucune des formes inférieures, vivantes ou fossiles, capables d'avoir donné naissance aux vertébrés en général.

En présence du type cyclocéphalien, nous devons simplement

1. Broom, *loc. cit.*

rechercher ses affinités, quant au mode de formation, avec les types de la série tératologique. Nos connaissances sont trop limitées pour que nous puissions espérer résoudre complètement la question; il est bon nombre de formes monstrueuses au sujet desquelles il n'existe que des données fort incomplètes, voire même hypothétiques. Toutefois, il semble que la Cyclocéphalie n'affecte aucun rapport de parenté avec l'Anencéphalie et la Pseudencéphalie, à côté desquelles elle est placée dans la classification artificielle d'Isidore Geoffroy Saint-Hilaire. Ces deux derniers types dérivent probablement d'un processus d'ordre pathologique, greffé sur une évolution normale. La seule monstruosité avec laquelle la Cyclocéphalie présente des relations étroites est le spina-bifida. De part et d'autre, en effet, on rencontre le processus diffus avec des modalités identiques : la fermeture épibolique de la cavité épendymaire, le déplacement mécanique des dérivés ganglionnaires [1]. Dans le premier cas, le processus intéresse l'axe encéphalique — en partie tout au moins; — dans le second cas, il intéresse un segment médullaire d'étendue variable.

Il est essentiel de préciser qu'il s'agit du spina-bifida vrai, et non pas du spina-bifida ouvert, compliqué d'amyélie, qui accompagne constamment l'anencéphalie et reconnaît le même processus qu'elle.

Cela posé, nous devons indiquer la situation de l'embryogénie spéciale de la Cyclocéphalie vis-à-vis de l'embryogénie commune.

Elle sont indépendantes l'une de l'autre, c'est incontestable, par les procédés de différenciation du système nerveux. Mais cette indépendance n'est réelle qu'au point de vue morphologique : c'est une question de plus ou de moins dans l'étendue des surfaces de différenciation qui fait, dans les deux cas, le processus initial et qui implique un certain nombre de conséquences topographiques.

Il est un point par lequel l'embryogénie normale et celle des Cyclocéphaliens restent étroitement unies, indissolublement liées : entre l'une et l'autre la dépendance est établie par la nature des différenciations. Un agent quelconque, en effet, peut bien déterminer l'apparition d'un tissu en tel ou tel point de l'organisme, suivant son lieu d'application et le moment de son intervention;

1. Étienne Rabaud, Genèse des spina-bifida, *Archives générales de Médecine*, mars 1901.

mais, dans l'état actuel des choses, il ne saurait provoquer l'apparition d'un tissu nouveau aux dépens de l'un ou l'autre des feuillets.

La raison en est que cet agent n'apporte à l'ensemble des conditions générales du milieu fondamental que des modifications accessoires et contingentes, il ne transforme pas radicalement la nature de ce milieu fondamental dans sa constitution essentielle. Les variations qu'il détermine sont de simples variations quantitatives. Si ces variations étaient qualitatives, elles entraîneraient l'absence de toute évolution, — tout au moins si elles intervenaient brusquement, sans transition ménagée. Par conséquent, il ne se produit aucun changement important, quant aux nécessités fondamentales de la nutrition, de la respiration, de la sensibilité, etc. : ce seront toujours les mêmes tissus généraux. L'ordre et le lieu de leurs différenciations sera peut-être modifié, leur nature reste la même. Et il en sera ainsi autant que les conditions générales de la vie terrestre demeureront ce qu'elles sont actuellement.

Ces considérations ne sont pas une vue de l'esprit ; elles reposent sur une série d'observations concordantes. Il semble difficile de leur opposer des arguments valables. S'il en est ainsi, dans quelle mesure a-t-on le droit d'utiliser les données de la tératogenèse pour éclairer ou contrôler les points douteux de la morphogenèse normale?

Nous sommes trop persuadés que l'organisme possède des moyens multiples d'adaptation, pour conclure, *a priori*, d'un phénomène tératologique au phénomène normal correspondant, si ce phénomène tératologique n'est pas appuyé par des observations de même sens dans l'ordre normal. C'est pourquoi, si nous avons cru pouvoir insister sur les éléments constitutifs normaux de l'hypophyse, nous ne nous sommes pas reconnu le droit de conclure d'une façon ferme au sujet de la singulière corrélation qui unit, chez les Cyclocéphaliens, les fossettes olfactives et les vésicules rétiniennes : nous ne connaissons aucune preuve de cette corrélation à l'état normal et une évolution nouvelle peut évidemment provoquer des corrélations nouvelles. Nous verrions là l'un des moyens mis en usage par l'organisme pour s'adapter à des besoins nouveaux ; il ne serait en opposition avec aucune des données que nous possédons.

Index bibliographique.

PAUL BERGER. — Considérations sur l'origine, le mode de développement et le traitement de certaines Encéphalocèles, *Revue de Chirurgie*, avril 1890.

A. BIGOT. — Origine de l'œil cyclope, *Bulletin de la Société linnéenne de Normandie,* 1897, fasc. I.

LOUIS BLANC. — 1° *Les Anomalies chez l'homme et les Mammifères*, Paris, Baillière, 1893; 2° Otocéphalie et Cyclotie, *Journ. de l'Anat. et de la Phys.*, 1895.

BROOM. — Notes on the anatomy of a form of Cyclopean with Remarks on the significance Cyclopeans, *Trans. Nat. Hist. Soc. Glasgow*, 1894.

CAMILLE DARESTE. — 1° Sur le mode de formation de la Cyclopie, *C. R. Ac. des Sc.*, t. LXXXIV, 1877, p. 1038.

2° Mémoire sur un cas de Cébocéphalie observé chez un poulain, *Journal de l'Anat. et de la Phys.*, 1885.

3° *Recherches sur la Production artificielle des Monstruosités,* 2e édit., Paris, Reinwald, 1892.

ELLER et RULLOF. — Description d'un monstre cyclope, *Histoire de l'Académie des Sciences de Berlin*, 1754.

A. FORSTER. — *Die Missbildungen des Menschen. Systematisch dargestellt*, Iéna, 1861.

ÉTIENNE GEOFFROY SAINT-HILAIRE. — *Philosophie anatomique des monstruosités humaines*, Paris, 1822.

ISIDORE GEOFFROY SAINT-HILAIRE. — *Traité de Tératologie*, édition de Bruxelles, 1837.

ERNEST GODART. — *Recherches tératologiques sur l'appareil séminal de l'homme*, Paris, Masson, 1860.

GOSSELIN. — Description d'un fœtus cyclope, *Société de Biologie*, t. IV, 1852.

L. GUINARD. — *Précis de Tératologie*, Paris, Baillière, 1893.

ADOLPH HANNOVER. — 1° Den menneskelige Hjerneskals Byning ved Cyclopia og Misdannelsens Forhold til Hjerneskallens Primordialbrusk, *Vidensk. Selsk. Skr. 6 Rœkke, naturvidenskabelig og mathematisk afd.*, I, 9, 1884.

2° Den menneskelige Hjerneskals Byning ved Synotia, etc. *Vidensk. Selsk. Skr. 6 Rœkke*, I, 10, 1884.

HÜBL. — Un cas de Cyclopie, *Centralblatt für Gynecologie*, 1898.

HUSCHKE. — Ueber die erste Entwickelung des Auges und die damit zusammenhängende Cyklopie, *Arch. für Anat. und Phys.*, 1832, t. VI.

KARADEC. — Note sur un monstre de la famille des Cyclocéphaliens, genre Cyclocéphale, variété Anopse, *C. R. de l'Acad. des Sc.*, 5 nov. 1866.

HANNS KUNDRAT. — *Arhinencephalie als typische Art von Missbildung*, Graz, 1882.

KUPPFER. — Die Deutung des Hirnhanges, *Sitz. d. Ges. für Morph. und Phys. in München*, 1894.

A. LAVOCAT. — Agneau cyclocéphalien ophtalmocéphale (nouveau genre), *Revue vétérinaire*, 1885.

LEBEDEFF. — Ueber die Entstehung der Anencephalie und Spina-bifida bei Vögeln und Menschen, *Arch. für Path. Anat.*, Bd LXXXVI.

F.-X. LESBRE. — *Cours de Tératologie*, Lyon, Celard et fils, 1901.

MATHIAS-DUVAL et HERVÉ. — Sur un monstre otocéphalien, *Soc. de Biologie*, 1891.

MECKEL. — Ueber die Verschmelzungsbildungen, *Archiv für Anat. und Phys.*, 1826, t. I.

PAUL MITROPHANOW. — *Teratogenetische Studien*; III. Einfluss der veränderten Respirations bewegungen auf die erste Entwickelung des Hühnerembryos, *Archiv für Entw. Mech.*, 1900, Bd. X, H. 1.

O. NÄGELI. — Ueber eine neue mit Cyclopie verknupfte Missbildung des Centralnervensystem, *Archiv für Ent. Mech.*, 1897.

A. NICOLAS et A. PRENANT. — Observation d'une monstruosité rare, absence du maxillaire inférieur, défaut de communication entre la bouche et les fosses nasales d'une part, le pharynx et le larynx d'autre part, *Journal de l'Anat. et de la Physiol.*, 1888.

J. Pellegrin. — Sur une raie monstrueuse de la famille des Cyclocéphaliens, *Bulletin de la Société zool. de France*, 1900, n° 4.

C. Phisalix. — Monstres Cyclopes, *Journ. de l'Anat. et de la Phys.*, 1889.

Étienne Rabaud. — 1° Premier développement de l'Encéphale et de l'Œil des Cyclopes, *Soc. de Biologie*, 8 janvier 1900.

2° Rôle de l'amnios dans le déplacement des yeux, *Soc. de Biol.*, 27 mars 1900.

3° Formation des yeux des Cébocéphales, *Soc. de Biol.*, 16 février 1901.

4° Formation de l'œil des Cyclopes, *Soc. de Biol.*, 2 mars 1901.

5° Les fossettes olfactives des Cyclopes, *Soc. de Biol.*, 2 mars 1901.

6° Évolution morphologique de l'encéphale des Cyclopes, *Soc. de Biol.*, 2 février 1901.

7° Les formations hypophysaires chez les Cyclopes, *Soc. de Biol.*, 7 juillet 1900.

8° Étude embryologique de l'Ourentérie et de la Cordentérie, types monstreux nouveaux se rattachant à l'Omphalocéphalie, *Journal de l'Anat. et de la Phys.*, 1900.

9° Essai de Tératologie : Embryologie des poulets omphalocéphales, *Journal de l'Anat. et de la Phys.*, 1898.

10° Fragments de Tératologie générale : L'arrêt et l'excès de développement, *Bulletin scientifique de Giard*, 1901.

11° Genèse des spina-bifida, *Archives générales de médecine*, mars 1901.

12° Adhérence amniotique chez un embryon monstrueux, *Soc. de Biol.*, 11 mai 1901.

13° Actions pathogènes et actions tératogènes, *C. R. de l'Académie des Sciences*, 21 avril 1902.

14° Les états pathologiques et les états tératologiques, *Bulletin de la Société philomatique de Paris*, 1902.

G. Saint-Remy. — 1° Ébauches épiphysaires et paraphysaires paires chez un embryon de poulet monstrueux, *Bibliographie anatomique*, 1897.

2° Sur la signification morphologique de la poche pharyngienne de Seessel, *Soc. de Biol.*, 1895.

Cesare Taruffi. — Cyclops dirrhinus, *Rendiconto delle sessioni della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna*, marza 1895.

F. Tourneux et Ern. Martin. — Contribution à l'histoire du spina-bifida, *Journ. de l'Anat. et de la Phys.*, 1881.

Tiedemann. — Beobachtung über Missbildungen des Gehirns und seinen Nerven, *Zeitschrift für Phys.*, t. I.

Valenti. — Sullo sviluppo dell' Ipofisi, *Acad. medico-chirurg. di Perugia*, 1894.

St. Warynski et Hermann Fol. — Recherches expérimentales sur la cause de quelques monstruosités et de divers processus embryologiques, *Recueil zoologique suisse*, 1883, n° 1.

RECHERCHES

SUR

LES CELLULES GRANULEUSES ET LES HÉMATIES

DU GANGLION LYMPHATIQUE

Par Gabriel DELAMARE

Planche XIV

Les Éosinophiles et les cellules d'Ehrlich[1] du ganglion lymphatique; leurs relations avec les éléments lymphoïdes.

I

ÉOSINOPHILES.

Cette étude a porté sur les éosinophiles du ganglion mésentérique de lapin, de chat, de hérisson et de porc. — Les pièces ont été fixées au sublimé de Lenhossek; les coupes ont été colorées, les unes par le mélange de Biondi, les autres par l'hématoxyline de Bœhmer et l'éosine-orange. Dans ces conditions, il est très facile de comparer les granulations observées dans les tissus à celles observées sur les frottis de sang.

Chez le lapin, les éosinophiles se voient isolées ou groupées par petits amas dans la nappe corticale, dans les cordons folliculaires. Elles sont rares dans les voies caverneuses et dans les lymphatiques efférents. La localisation est à peu près la même chez le chat et le

1. Sous le nom de cellules d'Ehrlich, je désigne les cellules à granulations basophiles, métachromatiques, pour éviter l'emploi du mot *mastzelle* qui, difficile à traduire convenablement en français, préjuge de la signification physiologique inconnue de ces éléments.

hérisson. Chez le porc, on les trouve dans la nappe interfolliculaire et, très exceptionnellement, dans le follicule.

Ici, les mitoses d'éosinophiles sont très rares : il m'a fallu examiner de nombreuses coupes pour en trouver une (chez le hérisson).

Par contre, il est plus fréquent d'assister à la dégénérescence de quelques-uns de ces leucocytes : chez le lapin, et surtout chez le lapin inanitié, j'ai vu le noyau, devenu hyperchromatique, diminuer de volume et se réduire à quelques boules, bientôt excrétées. Ces cellules essaiment leurs granulations dans le tissu ganglionnaire, comme elles font ailleurs, au voisinage des culs-de-sac glandulaires en pleine activité sécrétoire. Les éosinophiles ganglionnaires possèdent, les unes un noyau bi ou trilobé, les autres un noyau unique.

Le noyau unique, parfois central mais, plus souvent, excentrique, est arrondi, ovalaire comme celui des microcytes auquel il ressemble beaucoup par la disposition de sa chromatine. Ailleurs, il s'allonge et s'étire pour, finalement, prendre le type multilobé.

Enfin, il est des microcytes et même des macrocytes à protoplasma basophile qui ne possèdent encore que quelques rares granulations éosinophiles (1, 5, 8, 10).

Le nombre restreint ne paraît pas tenir à un essaimage préalable puisqu'on ne retrouve point les granulations au voisinage. Il semble, au contraire, s'agir d'une évolution progressive par laquelle les éléments lymphoïdes, primitivement non granuleux, se chargent de granulations (voir fig. 1, pl. XIV).

Il est d'ailleurs naturel que les macrocytes basophiles du ganglion soient, comme les myélocytes basophiles, capables d'acquérir des granulations car, non seulement ces éléments ont une même origine blastodermique mais ils présentent la plus grande analogie morphologique (voir fig. 2, pl. XIV).

Quoiqu'il en soit, il faut reconnaître que, dans le ganglion normal au moins, cette genèse autochtone des éosinophiles paraît assez peu développée; mais sa possibilité suffit à expliquer l'éosinophilie qui accompagne certaines hypertrophies ganglionnaires (adénie, splénectomie).

Par contre, son existence semble en contradiction avec la rareté des éosinophiles observés dans les lymphatiques efférents. Puisque ces cellules sont amiboïdes, peut-être pourrait-on supposer qu'elles émigrent directement dans les vaisseaux sanguins.

Cette hypothèse, peu vraisemblable, n'est du reste pas indispen-

sable : étant donné qu'elles se détruisent dans le ganglion, on peut concevoir qu'elles naissent et meurent sur place, par suite, sans passer dans les voies lymphatiques.

Cellules d'Ehrlich.

Rares chez le cobaye, les cellules d'Ehrlich font défaut ou, du moins, sont exceptionnelles chez le lapin. Chez le cobaye, on peut en trouver quelques-unes dans les cordons médullaires. Elles sont, par contre, beaucoup plus nombreuses chez le hérisson et surtout chez le porc.

Chez le hérisson, on trouve des cellules d'Ehrlich dans les travées conjonctives, dans les cordons médullaires et même dans certains sinus caverneux. Les unes sont arrondies, les autres allongées. Parmi les premières, il en est de grandes et de petites. Les petites offrent un noyau arrondi de tous points analogue à celui des microcytes.

Dans le ganglion du porc, les cellules d'Ehrlich abondent surtout au niveau des cloisons conjonctives, mais il n'est pas rare d'en observer quelques-unes disséminées dans la nappe interfolliculaire et, parfois même, jusque sur la bordure de certains follicules.

Il en est de petites et de grandes, d'arrondies et d'allongées. Notons encore la grande ressemblance que présentent les noyaux de certaines cellules d'Ehrlich avec ceux des cellules à protoplasma basophile, non métachromatiques (macrocytes basophiles).

Les cellules d'Ehrlich ne paraissent pas se diviser dans le ganglion — au moins d'une façon fréquente car, malgré de nombreuses recherches, je n'ai pu trouver la moindre caryocinèse.

C'est surtout sur les coupes colorées au bleu polychrome d'Unna pour la recherche des cellules à granulations basophiles, métrachromatiques, qu'il est facile d'étudier les macrocytes basophiles et de constater la grande analogie qu'ils présentent avec les myélocytes basophiles (voir fig. 2).

Remarquons aussi que ces éléments, comme tous ceux du ganglion, possèdent des limites cellulaires bien nettes et faciles à mettre en évidence sur les pièces fixées par le mélange fort de Flemming (voir fig. 3, pl. XIV).

II

Hématies.

S'il est très fréquent d'observer dans les diverses parties du ganglion, et surtout dans les sinus, la nappe corticale, des hématies ordinaires, il est plus rare d'y trouver des cellules de Neumann.

Ces éléments sont assez faciles à reconnaître sur les coupes colorées à l'hématoxyline de Bœhmer et à l'éosine-orange. Grâce à l'aspect de leur noyau, à la précision de leurs contours, à leur forme, on ne saurait les confondre avec certains macrocytes dont le protoplasma est éosinophile ou orangeophile. Ces macrocytes à protoplasma acidophile répondent aux macrophages de Metchnikoff. Bien qu'ils existent dans la nappe corticale, voire dans les follicules, ils se voient, en général, surtout au niveau des sinus. Leur forme étoilée, leurs dimensions, parfois gigantesques, la pluralité fréquente de leurs noyaux, les inclusions renfermées par leurs vacuoles cytoplasmiques rendent toute confusion impossible.

J'ai vu quelques rares hématies nucléées disséminées dans les sinus et la nappe corticale d'un ganglion mésentérique de hérisson, dans les cordons médullaires d'un ganglion de lapine pleine. Et c'est seulement dans la nappe interfolliculaire d'un ganglion de porc, dans les sinus et la nappe corticale d'un ganglion de rat gris que j'ai trouvé nombreux ces éléments.

Chez le porc, les cellules de Neumann, petites, semblaient se transformer en globules rouges par un processus d'excrétion nucléaire.

Chez le rat, les globules rouges à noyau étaient presque tous géants. D'après leur colorabilité, leur teneur en hémoglobine paraissait assez variable. Au point de vue de leurs noyaux, on pouvait distinguer trois types : dans le premier, le noyau, arrondi ou ovalaire, présente une bordure chromatinienne assez épaisse et deux ou trois faux nucléoles.

Dans le second, il est très difficile sinon impossible de distinguer les détails de l'architecture nucléaire tant la coloration est forte et diffuse. Le troisième type, beaucoup plus rare, est représenté par un noyau à peine coloré et en voie de disparition.

Cette étude, ayant porté sur une trentaine de ganglions appartenant à des animaux divers (chien, chat, lapin, cobaye, hérisson, rat, porc), je crois être en droit d'en conclure que l'hématapoièse ganglionnaire est normalement exceptionnelle.

Je me suis demandé s'il en était de même pour l'hématophagie, et j'ai recherché les traces histologiques de ce processus sur 26 ganglions mésentériques empruntés aux animaux précédemment cités et à l'homme (nourrisson et vieillard).

Dans un ganglion de nourrisson et dans un ganglion de vieillard, je n'ai pas trouvé la moindre apparence d'hématolyse. De même dans deux ganglions de hérisson, dans quatre ganglions de porc, dans deux ganglions de lapin, et dans trois ganglions de rat gris. Dans une glande lymphatique de rat, on découvre, à grand'peine, quelques hématies absorbées par un macrocyte sinusien. Et le processus est aussi discret dans un ganglion de chien, dans trois ganglions de chat, dans un ganglion de lapin inanitié et dans celui d'une lapine pleine.

Seul, le pancréas d'Aselli de trois lapins splénectomisés et celui d'un lapin, dans les veines mésentériques duquel j'avais injecté de la pilocarpine (poison globulaire), présentaient des exemples plus nombreux d'hématophagies (voy. fig. 5, Pl. XIV).

Les globules rouges contenus dans les vacuoles des phagocytes étaient globuleux; certains d'entre eux étaient teints non plus par l'orange mais par la fuchsine du mélange de Biondi. En somme, à l'état normal, l'hémolyse ganglionnaire est inconstante, et presque toujours insignifiante. Cette notion d'ordre histologique concorde avec les résultats du simple examen macroscopique et ceux de l'analyse chimique. A l'œil nu, aucun de ces organes n'est rouge. L'analyse chimique démontre que sept d'entre eux ne contiennent que des traces indosables de fer. Même après la splénectomie, le processus est inconstant ou transitoire puisque si, trois fois, on trouve 0 gr. 06, 0 gr. 08 et 0 gr. 11 de fer pour 1000 gr. de ganglion, deux fois ce métal n'existe qu'à l'état de traces. Il est bien évident qu'à priori ces chiffres, comme ceux donnés antérieurement, traduisent aussi bien l'hémolyse que l'hématopoièse. C'est à l'histologie de dire lequel de ces deux processus ils paraissent exprimer.

Si précédemment (voy. *C. R. Soc. Biol.*, oct. 1901), j'ai invoqué certains d'entre eux en faveur de l'hématopoièse, c'est que l'étude

des coupes m'avait montré quelques cellules de Neumann et peu ou pas de globules rouges phagocytés. De même si, maintenant, j'invoque en faveur de l'hémolyse quelques-uns de ceux trouvés dans les ganglions des splénectomisés, c'est qu'histologiquement j'ai trouvé des exemples assez nombreux d'hématophagie et pas traces appréciables d'hématopoièse.

Ainsi l'action hémolysante du ganglion normal paraît s'exercer moins souvent et moins intensément *in vivo* qu'*in vitro*.

Explication de la planche.

Fig. 1. — Éosinophiles du ganglion lymphatique.

Fig. 2. — Macrocytes à protoplasma basophile du ganglion lymphatique de lapin et de hérisson (fixation au sublimé et coloration au bleu polychrome).

Fig. 3.— Quelques cellules d'une follicule de ganglion de lapin fixé au Flemming fort. (Il est aisé de voir sur cette figure combien sont nettes les limites cellulaires.)

Fig. 4 — Quelques cellules de Neumann du ganglion de rat gris normal.

Fig. 5 — Macrocytes sinusiens hématophages (ganglion mésentérique d'un lapin pilocarpinisé).

NOTES

SUR LE

BULBE & LES NERFS OLFACTIFS

Par Albert TROLARD

Externe des hôpitaux.

I. — Gouttière ethmoïdale.

La gouttière ethmoïdale a une longueur à peu près fixe : 20 à 22 millimètres. Sa largeur est, au contraire, très variable : 5 millimètres maximum; 7 millimètres minimum. Sur 18 crânes, nous avons trouvé : 6 fois, 1 à 2 mm. 1/2; 6 fois, 3 à 3 mm. 1/2; 6 fois, 4 à 5 millimètres. Dans sa partie antérieure elle est toujours plus rétrécie; ce n'est souvent qu'une rainure, une simple fente.

Le fond de chaque gouttière présente, comme on sait, un grand nombre d'orifices que l'on doit, avec Sappey, continuer à distinguer en grands, moyens et petits. Pour donner une idée de leurs dimensions, on peut les comparer à celles de la tête, du corps et de la pointe d'une épingle moyenne.

Au point de vue des places qu'ils occupent, l'examen de base de crânes ne nous a pas permis de dégager une disposition schématique, une seule fois nous avons rencontré deux lignes parallèles de trous moyens. Il n'y a pas deux crânes comparables à ce point de vue. En somme, les orifices sont indistinctement mélangés, les grands et les moyens paraissent toutefois dominer sur les bords.

Leur nombre est très variable aussi; grands, maximum 8, minimum 3 ; moyens, maximum 6, minimum 2; petits, maximum 12, minimum 8[1]. Quelques-uns des grands et des moyens, au fond desquels on en distingue un certain nombre de petits, semblent représenter

1. Les chiffres que nous donnons ici résultent de l'examen de 18 crânes seulement; ils ne doivent donc pas être considérés comme définitifs.

la fusion de ceux-ci. A part ces derniers orifices, qui sont d'ailleurs très peu nombreux, tous les autres traversent directement de part en part la lame horizontale. La moitié antérieure de la gouttière est une véritable dentelle.

II. — Bulbe olfactif.

La longueur du bulbe olfactif est, à peu de chose près, toujours la même : 10 millimètres; il n'en est pas de même de sa largeur, qui oscille entre 3 et 6 millimètres. Dans son type large, il présente sur sa face inférieure une saillie oblongue dont le relief est un peu plus prononcé en arrière qu'en avant. Cette saillie, qui constitue le plus souvent toute la face inférieure du bulbe, peut aussi être encadrée d'une petite bordure plane. La face supérieure est plane et de niveau avec la bandelette.

Cette disposition n'est pas la plus fréquente. Dans celle que nous avons rencontrée le plus souvent, la saillie inférieure est très peu prononcée et *le bulbe n'est plus à plat dans sa loge*. Il est incliné de façon à reposer par son bord interne sur le fond de la gouttière et à présenter en dehors sa face inférieure. Il semble que la loge n'a pu s'adapter au bulbe qui a dû alors basculer comme il vient d'être dit. Dans ces cas, le fond de la loge est ordinairement de plain-pied avec le restant de la gouttière dite olfactive [1].

Dans sa partie antérieure, la loge est presque toujours rétrécie d'une façon notable au point de n'être souvent qu'une fente. Dans ce cas, le bulbe, aplati, est placé de champ.

III. — Les nerfs olfactifs.

Ceux de la portion moyenne ont leurs troncs disposés en deux rangées parallèles, l'une interne, l'autre externe, pour aborder le bulbe; ceux des portions antérieure et postérieure se jettent dans les extrémités correspondantes du bulbe. Les premiers sont au nombre de 10 en moyenne pour la rangée externe; de 7 pour la

1. Cette dénomination devrait disparaître; la bandelette olfactive, qui est oblique de dedans en dehors et d'arrière en avant, *ne repose nullement sur cette gouttière* et d'ailleurs ne serait pas seule à s'y loger puisqu'elle est accompagnée de deux circonvolutions qui n'ont rien d'olfactif ou qui, du moins, n'en ont que le nom. C'est exactement l'histoire de la gouttière optique, ainsi appelée parce qu'elle est convexe et qu'elle n'a rien de commun, ni avec les nerfs, ni avec le chiasma optiques.

rangée interne. Ces chiffres expriment le nombre des nerfs olfactifs à leur partie supérieure, c'est-à-dire au moment où ils se jettent dans le bulbe. Ces troncs sont moins épais sur la paroi externe des fosses nasales que sur la cloison.

En quels point abordent-ils le bulbe? « Les nerfs olfactifs prennent naissance sur la face inférieure du bulbe, » disent les auteurs, sans préciser en quels points de cette face inférieure. D'autre part, à défaut de manque de précision dans les textes, si l'on se rapporte aux figures, il s'agirait de la portion moyenne de cette face. Or, telle n'est pas la disposition normale. Les nerfs de la rangée interne se terminent *sur le bord interne du bulbe* et ceux de la rangée ex-



Fig. 1. — Nerfs de la cloison avec leur gaine durale.



Fig. 2. — Nerfs de la paroi externe.

terne sur la face inférieure, *mais très près des premiers*. Étant donné que le plus souvent le bulbe est relevé de façon à reposer surtout par son bord interne dans le fond de sa loge, il devait en être ainsi.

Les nerfs olfactifs antérieurs, au nombre de 3 à 4, sont ramassés dans la gaine dure-mérienne qui passe par la fente ethmoïdale interne, au titre de prolongement principal de la dure-mère. Ils pénètrent dans la loge olfactive par les orifices que l'on voit au fond du récessus formé par la tente olfactive, le parcourent et se jettent dans la tête du bulbe. Pendant ce trajet, ils sont enveloppés d'un sac arachnoïdien. Ce sac, qui est pour les permiers nerfs périphériques ce qu'est celui qui entoure les derniers de ces nerfs, la queue de cheval, n'est pas facilement injectable. Nous avons cependant réussi l'injection dans trois cas.

Les nerfs qui aboutissent à l'extrémité postérieure du bulbe sont

aussi ramassés en un seul gros tronc. Celui-ci occupe le récessus formé par le repli dure-mérien transversal; mais, comme il a été dit, cette disposition n'est pas le cas ordinaire. Le tronc qui a réuni les différentes branches très obliques et presque horizontales de la portion postérieure de la muqueuse, aborde donc le plus souvent l'extrémité correspondante du bulbe, d'une façon directe.

Les dispositions que nous avons rencontrées des nerfs olfactifs dans l'épaisseur de la muqueuse nasale nous ont paru différer de celles qui sont représentées dans nos livres classiques depuis Hirchsfeld. Nous en avons fait photographier un exemplaire; en le comparant aux figures des auteurs, on se rendra compte mieux que par une description de cette différence.

Les nerfs de la paroi externe sont parallèles et ce n'est guère qu'à leur partie inférieure qu'ils présentent des anastomoses qui toutefois n'ont pas l'aspect réticulaire qu'on leur donne habituellement. Ceux de la cloison sont encore plus rectilignes et présentent à leur partie inférieure seulement un plexus rudimentaire.

IV. — La tente olfactive.

On vient de voir que les nerfs olfactifs antérieurs avec leur sac et leur espace sous-arachnoïdien, occupent le récessus formé par la tente olfactive. Celle-ci n'est donc pas destinée à protéger le bulbe, comme on l'a cru jusqu'à présent. Elle peut cependant conserver son nom, mais sous la réserve qu'elle abrite seulement les nerfs olfactifs. C'est là la disposition habituelle; mais lorsque la loge est rétrécie en avant, le bulbe, réduit à une mince lame, peut aller jusqu'au fond de celle-ci. Dans ces cas de gouttière amincie, on rencontre aussi une disposition qui nous a bien surpris la première fois que nous l'avons constatée; elle consiste en des filets olfactifs passant *par-dessus* la tente olfactive, quand celle-ci est basse.

La tente olfactive ne serait-elle pas autre chose qu'un organe d'abri, de protection? A en juger par ce cas, par ceux où elle est très surbaissée, par ceux où elle est double (des filets olfactifs passant alors sur le feuillet inférieur), on peut se poser cette question.

Chez le fœtus et chez le nouveau-né, elle est appliquée immédiatement sur les nerfs olfactifs antérieurs qui semblent se perdre dans son épaisseur. Chez eux, le bulbe est situé beaucoup plus en arrière

que chez l'enfant ou l'adulte et il est *toujours à plat dans une gouttière large.* C'est du moins ce qui résulte d'observations ayant porté sur six têtes de fœtus et de nouveau-nés. Le manque de sujets intermédiaires entre la naissance et l'état adulte ne nous a pas permis de suivre l'évolution de la disposition première que nous venons d'indiquer.

Paris, juin 1902.

BIBLIOGRAPHIE

Dermato-histologische Tecknik, par MAX JOSEPH et GEORG LŒWENBACH, Marcus, éditeur, Berlin.

Joseph et Lœwenbach ont publié récemment une technique histologique appliquée à la dermatologie.

Les divers chapitres de ce manuel peuvent se grouper sous trois chefs.

Dans une première partie, les auteurs étudient la fixation, l'inclusion et les méthodes générales de coloration du tégument externe.

Une trentaine de pages est consacrée à la parasitologie ; on y trouvera les techniques pour déceler les blastomycètes et les microorganismes du rhinosdérome, de la lèpre, de la tuberculose, de la gonococcie, etc.

La dernière partie de l'ouvrage traite des méthodes applicables pour mettre en relief telle ou telle particularité du tégument externe, normal ou pathologique. Les auteurs passent successivement en revue les réactions des fibrilles épidermiques, celles de l'éléidine et de la kératine. Ils étudient les propriétés histochimiques du collagène et de l'élastine. Je signalerai en passant les pages intéressantes où les auteurs résument les travaux d'Unna sur la collacine, la collastine et l'élacine.

Après l'examen des produits pathologiques qu'on trouve dans le tégument (colloïde, amyloïde, etc.), les auteurs rappellent les techniques qui conviennent pour étudier l'hypoderme, pour injecter les vaisseaux et pour imprégner les nerfs cutanés.

Tel est le programme que se sont imposé Joseph et Lœwenthal. Ce programme, ils l'ont développé dans 110 pages, et j'ai grand plaisir à constater que ces deux dermatologistes ont écrit un livre utile, précis dans ses détails, concis dans son exposé, complet dans l'étude des sujets qu'il embrasse. Inutile de faire remarquer que dans cet excellent manuel, les méthodes d'origine française sont toutes passées sous silence, mais je veux croire que les auteurs se sont bornés à exposer les techniques dont ils avaient une expérience personnelle. ALBERT BRANCA.

ERRATA

RECHERCHES SUR LE TESTICULE ECTOPIQUE

Page 353	ligne 20,	lire	LXX	au lieu de	LX.
— 356	— 36,	—	LXXIII	—	LXIII.
— 357	— 15,	—	XLVII	—	XLII.
— 378	— 26,	—	XXVIII	—	XXXVIII.
— 398	— 11,	—	XXVII	—	XVII.
— 441	— 5,	—	XXI	—	XXII.
Planche X,	lire figure		XXVII	—	XVII.

Le propriétaire-gérant : FÉLIX ALCAN.

Coulommiers. — Imprimerie PAUL BRODARD.

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

VIENNENT DE PARAITRE :

BIBLIOTHÈQUE DE PHILOSOPHIE CONTEMPORAINE

VUS DU DEHORS

ESSAI DE CRITIQUE SCIENTIFIQUE ET PHILOSOPHIQUE

SUR QUELQUES AUTEURS FRANÇAIS CONTEMPORAINS

PAR

MAX NORDAU

Les Romanciers : Balzac. — Michelet. — Edm. de Goncourt. — Guy de Maupassant. — Anatole France. — Maurice Barrès. — François de Nion. — Trois études de la jalousie : *Othello, le Lys rouge, le Mauvais Désir.*

Les trois Princes : Paul Verlaine. — Stéphane Mallarmé. — Léon Dierx.

Les Dramaturges : Alexandre Dumas fils. — H. de Bornier. — Brieux. — Paul Hervieu. — Maurice Donnay. — François de Curel. — Jacques Normand. — Octave Mirbeau. — Victorien Sardou. — Jules Lemaître. — Edmond Rostand.

Traduit de l'allemand par AUGUSTE DIETRICH

1 volume in-8.. 5 fr.

Autres ouvrages de M. Max Nordau

Dans la même collection

Dégénérescence, 5e édition. 2 volumes in-8.......................... 17 fr. 50

Les mensonges conventionnels de notre civilisation, 6e édit. 1 vol. in-8... 5 fr.

Paradoxes psychologiques, 4e édition. 1 volume in-12.................. 2 fr. 50

Paradoxes sociologiques, 3e édition. 1 volume in-12.................. 2 fr. 50

Psycho-physiologie du génie et du talent, 3e édition. 1 volume in-12.. 2 fr. 50

L'idée d'évolution dans la nature et dans l'histoire, **Étude critique sur la méthode génétique et le système évolutionniste**, par **G. RICHARD**, chargé du cours de sociologie à l'Université de Bordeaux. 1 vol. in-8 (*Ouvrage couronné par l'Institut*).... 7 fr. 50

Esquisse psychologique des peuples européens, par **A. FOUILLÉE**, de l'Institut. 1 vol. in-8........................ 10 fr.

Nouvelles pensées de Tolstoï, recueillies et traduites du russe par **OSSIP-LOURIÉ**. 1 vol. in-16.. 2 fr. 50

Le personnalisme, suivi d'une étude **sur la perception et la force**, par **Ch. RENOUVIER**, de l'Institut. 1 vol. in-8.............. 10 fr.

La théorie de l'émotion, par **William JAMES**, précédé d'une introduction par le Dr Georges Dumas, chargé de cours à la Sorbonne. 1 vol. in-16.......................... 2 fr. 50

Analystes et esprits synthétiques, par **Fr. PAULHAN**. 1 vol. in-16.. 2 fr. 50

Récente publication :

Les obsessions et la psychasthénie, par le Dr **Pierre JANET**, professeur au Collège de France. 1 fort vol. grand in-8 avec gravures dans le texte.. 18 fr.

Études cliniques sur *les idées obsédantes, les impulsions, les manies mentales, la folie du doute, les tics, les agitations, les phobies, les délires du contact, les angoisses, les sentiments d'incomplétude, la neurasthénie, les modifications du sentiment du réel, leur pathogénie et leur traitement.*

Le deuxième volume, **Leçons cliniques**, par les professeurs Raymond et Janet, complétant l'ouvrage, paraîtra en décembre 1902.

TABLE DES MATIÈRES

Le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* paraît tous les deux mois :

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

Un numéro	6 fr. »
Un an, pour Paris	30 »
— pour les départements et l'étranger	33 »

CHAQUE LIVRAISON CONTIENT :

1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre, accompagnés de planches hors texte en noir et en couleurs, et de gravures dans le texte;
2° Des *analyses et comptes rendus* de travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangères.

IL A EN OUTRE POUR OBJET :

La *tératologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie* et la *médecine légale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie;
Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine, de la chirurgie et de l'obstétrique.*

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la librairie FÉLIX ALCAN, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6e).

FÉLIX ALCAN, EDITEUR

VIENT DE PARAITRE :

MANUEL D'ÉLECTROTHÉRAPIE ET D'ÉLECTRODIAGNOSTIC

Par le Docteur **E. ALBERT-WEIL**
Chef du service d'électrothérapie à la clinique chirurgicale infantile de l'hôpital Trousseau.

1 vol. in-12 de la *Collection médicale*, avec 80 grav. dans le texte, cart. à l'angl. **4 fr.**

De tous les agents physiques, les modalités électriques sont ceux dont les applications médicales sont les plus nombreuses et les plus efficaces. Mais si tout médecin praticien ne peut pas faire de l'électrothérapie, il doit être familiarisé avec les principales propriétés de cette médication, la conseiller en temps opportun et savoir discerner parmi les nombreuses formes de l'énergie électrique utilisables en médecine, celles qui doivent être conseillées aux malades.
Ce manuel a pour but de faire connaître la manière de les appliquer à l'organisme humain et le bénéfice qu'on en peut retirer pour le diagnostic et la thérapeutique.
L'ouvrage est divisé en quatre parties, consacrées : la première à la description des instruments et à la technique de leurs applications; la seconde aux effets et aux indications des modalités de l'énergie électrique; la troisième au diagnostic et la quatrième aux applications thérapeutiques.
L'auteur passe successivement en revue les maladies de la nutrition, du système nerveux, du système musculaire et articulaire, des appareils digestif, respiratoire, circulatoire, lymphatique, génito-urinaire de l'homme, des organes génitaux de la femme, les maladies de la peau, des organes des sens et de la voix. Un certain nombre d'observations types permettent de suivre les effets de la médication électrique et les résultats obtenus.
Ce livre, par la quantité de renseignements qu'il contient, sera consulté utilement par tous les médecins désireux de se tenir au courant des nouvelles méthodes introduites ces dernières années dans l'électrothérapie et l'électrodiagnostic.

FÉLIX ALCAN, *Editeur*, **108, Boulevard Saint-Germain, PARIS.**

DICTIONNAIRE DE MÉDECIN

par les Drs E. BOUCHUT et A. DESPRÉS

Sixième Edition au courant des derniers Progrès de la Science.

1 magnifique volume de 1630 pages in-4° sur 2 colonnes, avec 1000 gravures dans le texte, **Indispensable aux Famil**

PRIX : BROCHÉ, 25 FR.; — RELIÉ, 30 FR. *Franco contre Mandat.*

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

7514

JOURNAL
DE
L'ANATOMIE
ET DE
LA PHYSIOLOGIE
NORMALES ET PATHOLOGIQUES
DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

Fondé par CHARLES ROBIN (1864-1885)
Continué par GEORGES POUCHET (1885-1894)

PUBLIÉ PAR MATHIAS DUVAL
Membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine

AVEC LE CONCOURS DE MM.

RETTERER
Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

TOURNEUX
Professeur à la Faculté de médecine de Toulouse.

XXXVIII[e] ANNÉE, 1902. — N° 6. — NOVEMBRE-DÉCEMBRE

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR
ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET C[ie]
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108
PARIS, 6[e]

1902

Renouvellement d'abonnement du 1[er] Janvier 1903.

Cette livraison étant la dernière de l'année 1902, nous prions ceux de nos abonnés qui désirent se réabonner pour l'année 1903 de nous adresser leur renouvellement par l'intermédiaire de leur libraire ou d'un bureau de poste. — Tout abonné qui ne nous aura pas envoyé pour le 15 Décembre prochain un avis contraire recevra par l'intermédiaire de la poste une quittance du montant de son abonnement pour 1903.

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES :

Revue de Médecine et Revue de Chirurgie

La *Revue de médecine* et la *Revue de chirurgie*, qui constituent la 2e série de la *Revue mensuelle de médecine et de chirurgie*, paraissent tous les mois; chaque livraison de la *Revue de médecine* contient 5 à 6 feuilles grand in-8; chaque livraison de la *Revue de chirurgie* contient de 8 à 9 feuilles grand in-8.

S'ADRESSER POUR LA RÉDACTION :

Revue de médecine : à M. le Dr **Landouzy**, 4, rue Chauveau-Lagarde, à Paris (8e), ou à M. le Dr **Lépine**, 30, place Bellecour, à Lyon.
Revue de chirurgie : à M. le **Dr F Terrier**, 11, rue de Solférino, Paris (7e).

POUR L'ADMINISTRATION :

A M. **Félix Alcan**, libraire-éditeur, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6e).

PRIX D'ABONNEMENT :

Pour la Revue de Médecine		Pour la Revue de Chirurgie	
Un an, Paris	**20** fr.	Un an, Paris	**30** fr.
— Départements et étranger.	**23** fr.	— Départements et étranger.	**33** fr.
La livraison, **2** fr.		La livraison, **3** fr.	

Les *deux Revues* réunies, un an, Paris, **45** fr.; départements et étranger, **50** fr.

Les quatre années de la *Revue mensuelle de médecine et de chirurgie* (1877, 1878, 1879 et 1880) se vendent chacune séparément 20 fr.; la livraison, 2 fr.

Les vingt et une premières années (1881 à 1901) de la *Revue de médecine* se vendent le même prix. Les dix-huit premières années de la *Revue de chirurgie*, 20 fr. Les autres années, 30 fr.

Revue de l'École d'Anthropologie de Paris

RECUEIL MENSUEL (**12e année, 1902**)

PUBLIÉ PAR LES PROFESSEURS.

Abonnement : France et étranger, **10** fr. — Le numéro, **1** fr.

Revue de Thérapeutique Médico-Chirurgicale

Rédacteur en chef : Dr RAOUL BLONDEL.

Un an : France, **12 fr.**; étranger, **13 fr.**

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

En cours de publication

MANUEL D'HISTOLOGIE PATHOLOGIQUE

PAR

V. CORNIL
Professeur à la Faculté de médecine,
Membre de l'Académie de médecine,
Médecin de l'Hôtel-Dieu.

ET

L. RANVIER
Professeur au Collège de France,
Membre de l'Institut,
Membre de l'Académie de médecine.

AVEC LA COLLABORATION DE MM.

A. BRAULT
Médecin de l'hôpital Lariboisière,
Chef des travaux pratiques d'anatomie pathologique
à la Faculté de médecine.

ET

M. LETULLE
Professeur agrégé à la Faculté de médecine,
Médecin
de l'hôpital Boucicaut.

TOME PREMIER

L. Ranvier. Généralités sur l'histologie normale. Cellules et tissus normaux. | **V. Cornil.** Généralités sur l'histologie pathologique. Altération des cellules et des tissus. Des inflammations. — **A. Brault.** Des tumeurs. — **F. Bezançon.** Notions élémentaires sur les bactéries. — **Maurice Cazin.** Lésions des os. Lésions du tissu cartilagineux. Anatomie pathologique des articulations. — **V. Cornil.** Des altérations du tissu conjonctif. Lésions des membranes séreuses.

1 vol. gr. in-8, avec 369 gravures en noir et en couleurs, dans le texte **25** fr.

TOME DEUXIÈME

G. Durante. Anatomie pathologique des muscles. — **J. Jolly.** Histologie pathologique du sang. — **H. Dominici.** Le sang et la moelle osseuse. — **A. Gombault** et **C. Philippe.** Histologie pathologique du système nerveux. Généralités.

1 vol. gr. in-8, avec gravures en noir et en couleurs, dans le texte ..... **25** fr.

Les tomes III et IV terminant l'ouvrage paraîtront dans le cours de l'année 1903.

DEC 13 1902

LES GOUTTIÈRES ETHMOÏDO-FRONTALES

DITES OLFACTIVES

ÉTUDE D'ANATOMIE TOPOGRAPHIQUE

Par le Dr TROLARD
Professeur d'anatomie à l'École de médecine d'Alger.

Les gouttières ethmoïdo-frontales a l'état sec. — Chacune d'elles, à l'état sec, a pour fond la lame criblée de l'ethmoïde et pour parois latérales le rebord de l'échancrure du frontal en dehors, l'apophyse crista-galli en dedans. Leur extrémité antérieure est un bord formé par la rencontre des trois parois. Quant à leur extrémité postérieure PP, elle est constituée, au milieu, par une lamelle rectangulaire A (fig. 1), véritable apophyse, qui se détache de la partie moyenne du bord supéro-antérieur du corps du sphénoïde; sur les côtés, par le bord antérieur de deux lamelles transversales BB, qui viennent de la partie postérieure de l'échancrure frontale et vont rejoindre l'apophyse médiane du sphénoïde. Ce bord postérieur, qui presque toujours fait un très léger relief, est généralement courbe, à concavité antérieure.

Le fond de la gouttière est percé d'orifices en nombre plus ou moins considérable. Je n'ai pas à les décrire[1]; j'ai seulement à indiquer qu'il existe une différence sensible, quant à leur nombre, entre les moitiés antérieure et postérieure de la gouttière. En arrière, ils sont beaucoup plus rares qu'en avant; dans certains cas, il n'y en a pas, pour ainsi dire.

La démarcation est quelquefois représentée par un ressaut falciforme, à concavité antérieure R (fig. 1). D'autres fois, la séparation est indiquée par une simple petite bande blanchâtre, transversale, dépourvue d'orifices; mais le plus souvent il n'y a pas de démarca-

1. Albert Trolard, *Journal de l'anatomie*, 1902.

fois, comme il a été dit, par une petite arête transversale. Ce repli se relève plus ou moins sur la crista-galli et peut même se montrer sous la forme de deux élégants ailerons.

Tout ce qui est au-devant de ce repli appartient à la loge du bulbe objectif. Celle-ci empiète même un peu sous ce repli. Dans ces cas, l'on voit ce dernier s'incurver pour former une petite tente, avec récessus au-dessous d'elle.

Nous noterons enfin, à propos de ce repli, que lorsque la dernière disposition n'existe pas, il y a généralement une marche à descendre, une chute brusque entre son bord libre et le fond de la loge.

Quant au bord osseux qui limite chacune des gouttières en arrière, il est plutôt effacé par le passage de la dure-mère.

Prolongements de la dure-mère des gouttières. — La dure-mère qui tapisse les gouttières envoie une principale expansion à la couche fibreuse de la muqueuse olfactive par la fente ethmoïdale interne[1]. Cette expansion n'est autre que la gaine du groupe le plus antérieur des filets olfactifs.

Un autre prolongement, moins volumineux que le premier, passe par la fente ethmoïdale externe et va aussi à la fibreuse de l'olfactive. C'est une gaine qui enveloppe les branches de division de l'artère ethmoïdale antérieure et celles du nerf nasal interne.

Notons enfin les prolongements filiformes nombreux qui traversent les orifices de la lame horizontale, les uns purement fibreux, les autres servant de gaines aux filets olfactifs et aux vaisseaux.

Les expansions que nous allons décrire maintenant, sous le nom de prolongements de l'aponévrose orbitaire, pourraient être rattachées aussi à la dure-mère, puisqu'elles font corps avec celle-ci à l'une de leurs extrémités; mais il nous a paru qu'elles appartenaient bien plutôt à l'aponévrose; nous les rattacherons donc à cette dernière.

Prolongements de l'aponévrose orbitaire. — Le premier est connu; c'est celui qui accompagne le nerf nasal interne et l'artère ethmoïdale antérieure. Il parcourt le conduit ethmoïdo-frontal antérieur et, à la sortie de ce canal, va se jeter sur le bord externe de la loge olfactive, en se confondant avec la dure-mère. On peut

1. Trolard, *loc. cit.*

toutefois le considérer comme se continuant au delà de ce point d'incidence, pour accompagner le nerf et l'artère.

Par le canal ethmoïdo-frontal moyen, dont l'existence est loin d'être constante, ainsi qu'il a été dit plus haut, s'engage une seconde expansion, beaucoup moins importante que la première et que la troisième, dont il va être question. Dans son état de plus grand développement, elle va déboucher par la fente ethmoïdale moyenne, en regard de l'extrémité externe du repli dure-mérien transversal qui vient d'être décrit. Mais ce cas est rare et, le plus souvent, elle s'effile et se perd sur la muqueuse des cellules ethmoïdales. Une seule fois, nous y avons rencontré un nerf de Luchska, qui se perdait dans les cellules ethmoïdales postérieures.

Un troisième prolongement, qui est quelquefois plus considérable que le premier, pénètre dans le canal ethmoïdo-frontal postérieur et débouche dans le crâne par la fente que nous avons signalée plus haut et qui est en dehors du bord postérieur des gouttières. En sortant de cette fente, il se continue avec la dure-mère qui passe sur ce bord postérieur. Cette terminaison est la règle, mais il y a des variétés. Dans une première variété, le prolongement, après avoir traversé, dans sa partie supérieure, le compartiment postérieur des cellules ethmoïdales, se recourbe en arrière et va se jeter sur le périoste de la cloison médiane des sinus sphénoïdaux. Dans la seconde, qui se présente lorsque l'espace situé entre le bord postérieur de la gouttière et le repli dure-mérien transversal est court, l'expansion va à ce dernier repli. Enfin, dans une troisième variété, le prolongement est rudimentaire et se perd sur la muqueuse des cellules ethmoïdales.

Ce prolongement contient presque toujours une artère ethmoïdale postérieure; une seule fois, nous y avons rencontré un nerf de Luchska ne dépassant pas les cellules ethmoïdales postérieures. (Avec le cas signalé plus haut, à propos du conduit ethmoïdo-frontal moyen, ce sont les deux seules fois, sur 12 préparations, où nous ayons constaté la présence de ce nerf, et d'un seul côté seulement. Dans les deux cas, il n'allait donc pas jusqu'au sinus sphénoïdal; il s'arrêtait, comme il vient d'être dit, aux cellules ethmoïdales.)

L'expansion dont il est question joue un rôle dans les insertions fixes du grand oblique. Ce muscle a deux chefs d'insertion : un principal, qui ne s'attache que par une très faible partie sur la

gaine du nerf optique, et se fixe surtout sur l'aponévrose orbitaire, en avant de sa fusion avec cette gaine.

Le second chef s'attache dans la dépression conique que forme, à son origine, l'expansion du conduit ethmoïdo-frontal postérieur. Quand celle-ci est portée plus avant que d'ordinaire (seconde variété) le second chef musculaire n'en vient pas; de petits cordages fibreux s'en détachent pour se jeter sur le muscle.

Nerf nasal interne et artère ethmoïdale antérieure. — Nous avons laissé le nerf nasal interne et l'artère ethmoïdale antérieure au point où, sortant de leur canal, ils rencontrent le bord externe de la loge olfactive. Nous allons les reprendre en ce point. Là, ils se coudent tous deux et se dirigent en avant, pour suivre ce bord externe, sur lequel ils sont plaqués par la continuation de leur gaine aponévrotique orbitaire; ils ne pénètrent en aucune façon dans la loge olfactive et ne passent nullement au-dessus de celle-ci; ils la côtoient tout simplement.

Nerf nasal interne. — Il n'est pas indiqué dans les ouvrages que ce nerf fournisse des branches collatérales, pendant son trajet ethmoïdo-frontal. L'existence de ces collatérales ne doit pas cependant être très rare, car nous avons rencontré deux cas, où une branche quittait le tronc, pour se jeter transversalement sur la muqueuse des cellules ethmoïdales. Cette branche représenterait-elle un nerf de Luscka, dont l'émergence serait retardée? Ce nerf ne serait pas alors aussi inconstant qu'on l'a signalé.

Le nerf nasal interne côtoie, comme il a été dit, la loge olfactive, croisant perpendiculairement les troncs de fusion des nerfs olfactifs, qui au premier abord semblent s'en détacher. Il gagne la fente ethmoïdale externe et s'y divise en deux branches descendantes : l'une, postérieure, descend sur la paroi externe des fosses nasales, au-devant des cornets; elle peut être suivie très bas, jusque près des narines; l'autre, antérieure, est le nerf naso-lobaire des auteurs.

Au sujet de ce nerf, mentionnons que trois fois nous l'avons rencontré, s'engageant dans un tunnel osseux, au sortir duquel il va prendre place dans sa gouttière. Ce cas doit être assez fréquent, étant donné que, sur 10 pièces sèches, nous avons noté le canal osseux 3 fois.

Nous signalons un filet nerveux osseux, se détachant du naso-lobaire au moment où il se recourbe pour s'engager dans la gouttière ou dans le tunnel, quand celui-ci précède la gouttière. Peut-

être va-t-il jusqu'au sinus frontal; nous n'avons pas réussi à le suivre jusque-là.

Les auteurs décrivent une branche qui se rend à la cloison. Il nous a été impossible de la rencontrer. Nous avons bien vu deux fois un fil extrêmement ténu se détacher du naso-lobaire et se dirigeant vers la cloison; mais nous n'avons pu le suivre au delà de 2 millimètres. Nous ne nions pas cette branche, puisqu'elle est décrite et figurée par les auteurs; nous voulons dire seulement qu'elle ne doit pas être considérée comme constante.

Artère ethmoïdale antérieure. — Pendant son trajet dans le canal ethmoïdo-frontal antérieur, elle ne fournit aucune branche; du moins, nous n'en avons pas rencontré, et les auteurs n'en signalent pas. Pendant que, toujours accolée au nerf nasal interne, elle côtoie la loge olfactive, elle fournit un certain nombre de branches collatérales, lesquelles glissent sous la dure-mère qui tapisse la loge et, à travers les orifices de la criblée, les moyens principalement, gagnent les parois des fosses nasales, dont elles ne dépassent pas les parties supérieures, en général. Parvenue à la fente ethmoïdale externe, l'artère se divise en branches terminales, ascendantes et descendentes. Celles-ci vont à la partie antérieure des parois des cavités nasales et descendent assez bas. Celle qui va à la cloison est plus volumineuse que celle qui se répand sur la paroi externe; on la prend facilement pour un nerf, quand elle n'est pas injectée.

Les branches ascendantes sont au nombre de deux : l'une, externe, va se loger dans le sillon arborisé du frontal; l'autre, interne, est celle dont nous allons nous occuper.

Elle s'applique sur l'apophyse crista-galli, puis sur l'origine de la faux du cerveau et, continuant son trajet ascendant, vient se placer sur le sinus longitudinal supérieur, dont elle longe l'angle latéral. Très rapprochées à leur origine, les deux artères homologues s'écartent d'autant plus l'une de l'autre que le sinus s'agrandit.

Leur calibre augmente au fur et à mesure qu'elles s'éloignent de leur point de départ; c'est qu'elles s'anastomosent à plein canal avec des branches qui viennent des artères méningées moyennes, et qui côtoient aussi le sinus.

La branche de division la plus antérieure des artères méningées moyennes aborde, en effet, perpendiculairement, l'angle latéral du sinus, se coude d'arrière en avant, puis suit cet angle, pour aller

à la rencontre de l'artère dont il vient d'être question (fig. 2).

Il y a donc de chaque côté du sinus longitudinal supérieur une canalisation artérielle, allant de la partie moyenne (ou du tiers antérieur de ce sinus) à la fente ethmoïdale externe. Les deux canalisations s'anastomosent par deux ou trois arcades, qui passent transversalement sur la base du sinus.

Telle est la disposition typique de cette double canalisation artérielle, spéciale à la région, car elle n'existe pas en arrière. Dans la



Fig. 2. — Le sinus longitudinal vu par sa base. — *m,m*, artère méningée moyenne gauche; *m,a*, extrémité antérieure du sinus avec les deux artères méningées antérieures.

portion postérieure du sinus, les artères méningées s'anastomosent, par-dessus le sinus, d'un côté à l'autre, et ces anastomoses sont quelquefois assez nombreuses, maximum, 6; mais il n'y a rien de semblable à ce qui existe en avant [1].

Comme variétés, nous signalons le cas où une seule méningée fournit les deux artères et celui où ces deux artères fusionnent en avant, pour ne former qu'un tronc. Qu'elles fusionnent ou non, elles envoient toujours une artériole au trou borgne.

De chacun des troncs de cette double canalisation, descendent

1. Une injection poussée dans un tronc méningé quelconque, à la partie moyenne de son trajet, remplit toutes les méningées des deux côtés.

des rameaux qui parcourent la faux du cerveau, dans ses deux tiers antérieurs. Ces branches, en nombre variable, 4 à 6, descendent jusqu'au bord libre de la faux, dont elles suivent la direction pendant un trajet plus ou moins long. Leurs terminaisons sont ondulées, comme d'ailleurs celles des autres artères de la dure-mère.

Dans deux cas, sur sept préparations, nous avons constaté qu'une des artères de la faux du cerveau dépassait le bord libre de celle-ci. Dans un cas elle se perdait sur la pie-mère du corps calleux; dans l'autre, elle disparaissait dans la pie-mère de la circonvolution du corps calleux, dans son tiers antérieur.

Loge olfactive. — Ainsi qu'il a été dit plus haut, ce qui est au devant du repli dure-mérien transversal est exclusivement réservé au bulbe olfactif; c'est la loge olfactive. Elle est souvent très rétrécie, ce qui oblige le bulbe à basculer et à se placer plus ou moins de champ[1].

Quand ce dernier est bombé à sa face inférieure, la saillie qui est plus accentuée en arrière vient ou se placer sous le récessus qui existe alors au niveau du repli limitant la loge en arrière ou buter contre la marche signalée plus haut.

1. A. Trolard, *Journal de l'anatomie.*

NOTE SUR
LA CIRCULATION ARTÉRIELLE DU REIN

Par MM.

L. BÉRARD et **C. DESTOT**

Agrégé, Chirurgien des hôpitaux de Lyon.

Ex-prosecteur de la Faculté de Lyon.

(Planches XV a XVII).

En novembre et en décembre 1896, dans des communications faites à la société de Biologie et à l'Académie de Médecine [1], nous avons présenté les résultats de nos recherches sur les circulations viscérales en général, et en particulier sur les circulations artérielle et veineuse du Rein, étudiées au moyen de la radiographie. Notre procédé d'injections opaques aux Rayons X a été exposé à cette époque; et nous ne dirons rien autre de cette méthode d'investigation, sinon que par la suite elle a tenu toutes ses promesses.

Nos conclusions, relatives à la circulation du Rein, établissaient sans contestation possible la réalité de la circulation artérielle terminale dans cet organe. Les voici d'ailleurs résumées dans leurs termes essentiels :

1° Dans le rein, la circulation artérielle se fait suivant de vastes territoires fermés et superposés dans le sens antéro-postérieur.

2° Chaque branche de bifurcation lobaire, interlobaire et multilobaire commande un territoire terminal plus ou moins restreint, suivant l'accolement plus ou moins parfait des reins élémentaires primitifs.

3° Chacune des artères lobaires se divise par fausse dichotomie, suivant des types contingents, pour arriver le plus rapidement possible et par le plus court chemin aux divisions glomérulaires.

4° On ne saurait donc plus admettre l'existence de voûtes arté-

1. Nous adressons à nouveau tous nos remerciements à M. le professeur Poncet, qui a bien voulu présenter notre communication à l'Académie de Médecine en 1896.

rielles sus-pyramidales continues et anastomotiques. Les descriptions antérieures reposaient sur une illusion, bien explicable par l'entrecroisement serré des artérioles, qui se rendent obliquement du tronc interlobaire aux glomérules répartis dans l'écorce.

5° Les artères droites interlobaires des auteurs naissent directement des branches du tronc lobaire, à la façon des aiguilles d'une branche de sapin.

6° Les artères des pyramides de Malpighi proviennent des capillaires glomérulaires.

De 1896 à 1900, nous avons fait paraître plusieurs articles dans la *Province Médicale*, et nous avons soumis aux membres de la Société des Sciences médicales de Lyon, les projections de toutes nos séries de clichés. Ces clichés avaient été obtenus par l'injection, grossière ou fine, d'une quarantaine de reins recueillis à l'amphithéâtre sur des nouveau-nés, des adolescents et des adultes des deux sexes.

Or, l'an dernier, ont été publiés d'importants traités d'Anatomie. Soit insuffisance de bibliographie de la part de leurs auteurs, soit scepticisme sur les résultats d'une méthode nouvelle, soit plutôt illusions anciennes entretenues par des préparations trompeuses, les deux traités français les plus considérables par leurs dimensions, par l'abondance des matériaux qui y ont été accumulés, et aussi par leur succès de librairie, présentent encore, en des schémas absolument conventionnels et faux, la circulation du rein avec les voûtes artérielles sus-pyramidales, les anastomoses corticales, etc.

Voici d'abord la description que donne M. Nobécourt dans le traité de Poirier et Charpy (1901), tome V, page 45.

« Au niveau de la base de la pyramide de Malpighi, les artères lobaires s'infléchissent et se divisent en *rameaux qui s'anastomosent entre eux et avec les rameaux émanant des artères lobaires de la même pyramide*. Ces anastomoses constituent un réseau dont la direction est perpendiculaire à celle du grand axe de la pyramide, et qui forme au niveau de la base de celle-ci une *voûte artérielle sus-pyramidale*; entre les mailles de ce réseau passent les pyramides de Ferein. De ce réseau partent les branches qui se distribuent à *la substance corticale* et à *la substance médullaire*, soit directement, soit indirectement, etc.

Voici maintenant la dernière description de M. Testut (4e édition, *revue, corrigée et augmentée*, 1901); tome IV, page 458.

« Ces artères, que j'appellerai péripyramidales, sont destinées à l'un des lobes du rein, à celui qui répond à la pyramide qu'elles entourent : de ce fait, elles acquièrent la signification d'*artères lobaires.* Arrivées à la base de la pyramide, elles s'inclinent les unes vers les autres, et en même temps fournissent chacune un certain nombre de ramifications transversales et plus ou moins incurvées en arc (arteriæ arciformes), *qui, en s'anastomosant avec les ramifications similaires des artères voisines, forment un vaste réseau.* Ce réseau, qui coiffe à la manière d'une calotte ou d'une voûte la base de la pyramide, est désigné sous le nom *de voûte artérielle sus-pyramidale*, ou tout simplement de voûte artérielle, etc.

Et pourtant, dans son index bibliographique, M. Testut veut bien signaler : « La circulation artérielle du Rein étudiée d'après des radiographies », Destot et Bérard, Comptes-Rendus de la Société de Biologie, 1896. Nous ajouterons même que nos premières recherches, effectuées avec l'autorisation de M. Testut dans les salles de dissection de la Faculté de Lyon, ont été placées sous le patronage du Laboratoire d'Anatomie, lorsque nous les avons publiées.

Nous ne voulons pas engager ici de vaine polémique. Les faits qui nous intéressent se passent de toute interprétation. Il suffit, pour les juger, de les observer d'un œil non prévenu.

Nous ferons donc défiler devant le lecteur les épreuves radiographiques obtenues par nous sur une quarantaine de sujets des deux sexes, et de tous les âges. La légende explicative se bornera aux indications les plus sommaires :

L'épreuve n° I représente l'injection totale d'un rein d'adulte, pratiquée par le tronc même de l'artère rénale. Cette injection, obtenue au moyen d'une émulsion de poudre de bronze dans l'essence de térébenthine, est assez grossière pour que les plus fines artérioles n'aient pas été pénétrées par la masse à injections, et pour que l'on distingue nettement la disposition terminale des artères lobaires. *Il n'y a pas trace de voûte artérielle sus-pyramidale entre les gros troncs lobaires ou interlobaires.*

L'épreuve n° II représente la même injection au bronze poussée par l'artère rénale. Le rein a été sectionné en deux moitiés par une coupe frontale suivant son grand axe. Dans cette épreuve, les artères lobaires ne se superposent plus les unes aux autres. Toute

illusion d'anastomose sus-pyramidale a disparu. *Chaque artère lobaire est terminale.*

L'épreuve n° III représente la moitié du rein qui a été déjà utilisée pour l'épreuve n° 2. Des coupes transversales suivant des plans parallèles les uns aux autres, et perpendiculaires à la coupe longitudinale, *montrent encore mieux la disposition terminale des artères lobaires et interlobaires. Il n'y a pas de voûte artérielle sus-pyramidale.*

L'épreuve n° IV représente les deux reins d'un nouveau né (R), avec leurs capsules surrénales (C R), injectés au moyen d'onguent mercuriel double. Cette injection est plus fine que celle des épreuves précédentes. La disposition des artères reste la même : *branches terminales*, *pas d'anastomoses transversales.*

L'épreuve n° V a été obtenue après l'injection très pénétrante d'une des branches de bifurcation lobaires de l'artère rénale, au moyen de l'argent réduit. Les contours généraux de la zone injectée sont ceux que l'on d'écrit *à l'infarctus rénal.* Les artérioles corticales ont été pénétrées jusqu'aux glomérules exclusivement. *Le territoire lobaire est fermé*, *et terminal.* L''injection n'est revenue par aucun des rameaux artériels des lobes voisins. On n'observe dans le territoire injecté aucune anastomose transversale sus-pyramidale, aucune apparence de voûte.

L'épreuve n° VI a été obtenue au moyen de diverses coupes du lobe injecté représenté dans l'épreuve V.

Les coupes A B C ont été pratiquées suivant des plans parallèles entre eux, et perpendiculaires au grand axe du rein, en allant du centre vers l'un des pôles. En A, les espaces blancs *p p* correspondent aux pyramides dont les artères droites n'ont pas été pénétrées par l'injection. L'injection pour les remplir aurait dû dépasser les glomérules. Deux territoires corticaux *l l'* sont remarquables par la disposition des artères lobulaires, toutes implantées presque verticalement, ou suivant des angles très faibles, *en branches de sapin*, sur les premières branches de division de l'artère lobaire. Ces deux territoires *l l'* sont contigus. *Dans aucun d'eux n'existe de voûte sus-pyramidale.* Mais la direction *très infléchie des branches de division de l'artère lobaire en impose au premier abord pour des voûtes continues.* Cet aspect est d'autant plus saisissant que les pyramides *p p* sont indiquées par de grands espaces clairs : leurs vaisseaux (artères droites) n'ayant pas été atteints par l'injection.

L'épreuve n° VII représente la série des coupes d'un cône rénal ayant pour sommet la pointe d'une des pyramides du rein. Ces coupes ont été pratiquées dans le rein injecté des épreuves V et VI : elles ont été orientées toutes parallèlement les unes aux autres et perpendiculairement à l'axe de la pyramide, en allant de la papille *a* à l'écorce *g*. Les espaces clairs dont l'étendue diminue de *a* à *f* correspondent à la substance pyramidale. A la périphérie de ces espaces clairs se retrouvent les rameaux de l'artère lobaire, avec leurs fines artérioles lobulaires dirigées normalement à l'écorce.

L'épreuve n° VIII a été obtenue au moyen de deux coupes de la substance corticale du même rein (V, VI et VII), coupes normales à la surface du rein, et pratiquées à la limite du lobe injecté. *Ce lobe constitue bien un territoire fermé.* Les artérioles de la périphérie de ce lobe ne donnent aucun rameau récurrent ou anastomotique au lobe voisin *l l*.

L'épreuve n° IX représente une injection remarquablement fine d'un lobe du rein, par l'artère lobaire. L'injection, faite à l'onguent mercuriel, à une température assez élevée, a pénétré dans les artères droites des pyramides après avoir rempli et dépassé les capillaires glomérulaires sur lesquels ces artères droites se branchent. Le rein a été coupé par moitiés suivant son grand axe. Au voisinage de l'écorce apparaît un granité de petits points ronds qui indique la zone glomérulaire *g*, avec les glomérules injectés. — De cette zone corticale tombent en pluie les artères droites dont les faisceaux dessinent les contours des pyramides *p p p*.

Dans ce rein ont été faites ensuite des coupes partielles; l'une (IX′-α), parallèle à l'écorce, comprend une mince couche de la périphérie du rein. Le granité glomérulaire y est particulièrement net. Les autres coupes partielles (IX′-*b*), normales à la surface du rein, intéressent à la fois l'écorce et la pyramide, et montrent le passage de l'une à l'autre. *Les artères droites descendent bien de la zone glomérulaire et non d'une voûte artérielle* sus-pyramidale.

Ainsi se trouvent confirmées toutes les propositions énoncées en tête de cette note. Le caractère terminal des artères rénales avait d'ailleurs été déjà établi par *Hyrtl*.

Et peu après nous, *Schmerberg*, dans sa thèse de Lyon (1896-97), donnait les conclusions suivantes :

« Les branches parenchymateuses de l'artère rénale sont bien

terminales. Leurs territoires sont nettement séparés les uns des autres; et, sur des coupes de reins injectés avec des substances diversement colorées, on ne voit pas traces d'anastomoses. »

C'est aussi l'opinion de Max Brödel dans l'étude qu'il a faite des vaisseaux intrinsèques du rein et de leur importance dans la néphrotomie (Proceedings of the Association of American Anatomists, 1901).

Il faut donc supprimer une fois pour toutes, dans les descriptions anatomiques, les schémas erronés de la circulation artérielle du rein, avec leurs voûtes artérielles continues et leurs territoires lobaires anastomosés.

NOTE SUR
L'ÉTAT CRIBLÉ DES APONÉVROSES
CHEZ LES DÉGÉNÉRÉS

Par MM.

Ch. FÉRÉ et **Ed. PAPIN**
Médecin de Bicêtre. Interne provisoire.

A propos d'une hernie du jambier antérieur à la suite d'une attaque convulsive observée[1], l'un de nous a déjà signalé la fréquence des lacunes des aponévroses jambières chez les dégénérés. Ces boutonnières, qui siègent généralement sur la gaine du jambier antérieur, peuvent se montrer à l'avant-bras et dans d'autres régions[2]. Dans certaines attitudes, elles permettent au muscle de bomber derrière l'orifice où il repousse de la graisse qui constitue une tumeur plus ou moins saillante que quelques photographies du mémoire cité montrent suffisamment. Ces lacunes peuvent jouer un rôle important dans la pathogénie des hernies musculaires vraies, aussi n'était-il pas sans intérêt d'en faire l'étude anatomique.

Dans ce but, nous avons passé une nouvelle revue des malades du service d'aliénés où on en avait déjà rencontré un grand nombre, et nous avons attendu que les hasards de la mortalité nous donnent l'occasion de faire l'examen direct de la disposition anatomique.

Ces lacunes sont assez faciles à constater sur le vivant, surtout chez les sujets maigres. Dans la station, on voit sur la région du jambier antérieur des saillies en segment de sphère plus ou moins régulièrement arrondies ou ellipsoïdes. Si on les comprime avec le doigt, elles rentrent facilement et la pulpe pénètre dans un orifice aponévrotique dont elle sent à travers la peau les bords tranchants.

1. Ch. Féré, Les accidents de l'attaque d'épilepsie liés à la contraction musculaire. Contribution à l'étude de la pathogénie des hernies vraies du muscle jambier antérieur, *Revue de chirurgie*, 1900, t. XXI, p. 450.

2. H. Morestin, Hernies graisseuses à travers la gaine aponévrotique de la masse neuro-lombaire, *Bull. et mém. de la soc. anatomique de Paris*, 1901, p. 202.

Ces saillies ne se produisent pas quand le sujet est couché ou quand les muscles sont dans le relâchement. La pulpe du doigt peut sentir des orifices à bords tranchants plus petits où elle ne peut pas pénétrer. Nous n'avons tenu compte dans notre statistique que des cas dans lesquels il se forme une saillie dans les attitudes actives.

Nous avons trouvé 49 sujets porteurs de ces lacunes sur 230, soit 21,30 p. 100, au lieu de 15,25 dans la première statistique. L'âge et les professions antérieures n'ont aucune influence apparente.



Fig. 1. — Saillies multiples, produites par des hernies graisseuses à travers les lacunes de l'aponévrose jambière.

Sur 29 sujets il y a au moins une lacune de chaque côté, chez 8 il y en a une au moins à la jambe droite seulement, chez 12, il y en a une au moins à la jambe gauche seulement.

Parmi ceux qui sont affectés des deux côtés, 2 ont 6 lacunes à gauche, un a 5 lacunes à droite, un autre 5 à gauche, un en a 4 des deux côtés, 3 en ont 4 à droite et 3 en ont 4 à gauche; 4 en ont 3 à droite, 6 en ont 3 à gauche; 10 en ont 2 à droite, 7 en ont 2 à gauche, 10 en ont une à droite, 9 en ont une à gauche.

Parmi ceux qui sont affectés seulement du côté droit, un a 3 lacunes, 4 en ont 2, 3 en ont une. Parmi ceux qui sont affectés seulement du côté gauche; 3 en ont 2 et 9 en ont une seule.

Les différences latérales sont peu importantes; il y a 37 sujets atteints du côté droit, et 41 atteints du côté gauche, il y a 77 lacunes à droite et 89 à gauche. Il y a cependant une légère prédominance à gauche qu'on retrouve dans l'histoire de presque toutes les anomalies.

La plupart de ces lacunes siègent au tiers moyen de la jambe, mais on peut en voir très près du cou-de-pied ou du genou. Le plus souvent elles sont sur la gaine du jambier antérieur, plus ou moins près de la crête du tibia, le long de laquelle elles s'alignent souvent (fig. 1). Assez souvent elles occupent une position symétrique, leur étendue varie, elles ne dépassent guère 2 à 3 centimètres dans leur plus grand diamètre. On en sent souvent des petites au voisinage d'une grande.

Les sujets qui portent ces aponévroses à trous aux jambes ont quelquefois des malformations analogues aux avant-bras. Toutes les lacunes aponévrotiques observées à l'avant-bras siégeaient en avant du cubitus sur la gaine du cubital antérieur. On les voit au tiers moyen de l'avant-bras. Une fois il y avait une lacune de chaque côté, deux fois il y en avait une seule du côté gauche et une fois 2 du même côté.

Il est probable que d'autres régions sont sujettes à la même malformation, comme le montre le fait de Morestin, où on en voyait dans la région lombaire; mais quand les solutions de continuité ne sont pas considérables et ne donnent lieu à aucune sallie anormale, elles passent inaperçues.

Ces lacunes coïncident souvent avec des varices plus ou moins développées : on en a noté sur 28 sujets, soit 57,14 p. 100. Mais elles n'ont aucun rapport direct avec elles. Chez 4 sujets il existait un varicocèle à gauche.

Les malformations des autres parties du corps ne sont pas particulièrement fréquentes chez ces sujets. Notons comme des anomalies qui peuvent être rapprochées de celles que nous étudions, les ventres à triple saillie, au nombre de 3, les pointes de hernies inguinales au nombre de 7 (doubles), les hernies inguinales (une double, 3 droites et une gauche), les hernies crurales (une double, une droite et une gauche).

Nous avons eu l'occasion d'examiner anatomiquement 2 sujets seulement.

L'un, un paralytique général, ne présentait qu'une lacune large de 2 centimètres environ, arrondie, à la jambe droite, à 12 centimètres environ au-dessous de la tubérosité tibiale et à 4 centimètres en dehors de la crête.

Après avoir incisé la peau et l'avoir rabattue, nous trouvons au point sus-cardique un peloton graisseux bilobé (fig. 2) traversé par une artériole et 2 veinules qui allaient se perdre à la face profonde de la peau. L'aponévrose étant incisée en carré, nous voyons que ce peloton graisseux se continue avec le tractus de tissu celluleux situé entre le jambier antérieur et l'extenseur commun des orteils (fig. 3), enfin la graisse ayant été enlevée, nous constatons que l'aponévrose jambière présente à ce niveau un trou arrondi (fig. 4) à bords nets, qui ne livre passage qu'au seul peloton graisseux. Du reste, en disséquant l'aponévrose à l'entour, nous voyons

que celle-ci est mal tissée, à grandes mailles, et laisse de ci, de là, passer quelques pelotons graisseux plus petits et non visibles à travers l'épaisseur de la peau.

Un autre paralytique général portait, à 10 centimètres au-dessus

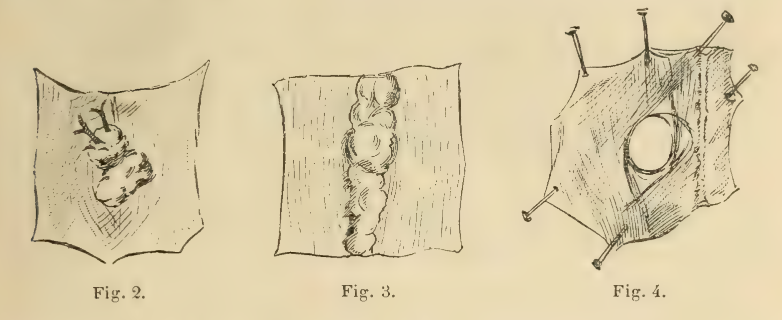


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

du cou-de-pied à gauche et près du tibia, une lacune à peu près du même volume que la précédente et où on voyait se former une saillie dans la station. A la dissection, on voit aussi un orifice arrondi rempli par un peloton graisseux (fig. 5) et sur le bord inférieur duquel passe le nerf musculo-cutané. Autour de cette lacune on voit de petites lacunes remplies aussi par de la graisse.

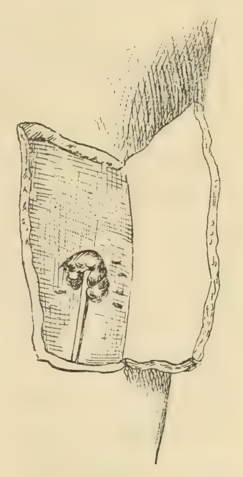


Fig. 5.

En somme les grandes lacunes aponévrotiques ne sont qu'une exagération de l'état criblé que l'on observe à leur pourtour. A cette insuffisance de structure, qui caractérise la misère anatomique des dégénérés, correspond une insuffisance fonctionnelle. Si, en général, ces lacunes ne donnent lieu qu'à une déformation insignifiante, elles peuvent constituer une condition prédisposante aux hernies musculaires, tout comme l'insuffisance des aponévroses abdominales constitue une condition prédisposante des hernies viscérales. C'est une anomalie de développement à ajouter à la liste déjà longue des stigmates de dégénérescence [1].

1. Ch. Féré, *La famille névropathique, théorie tératologique et l'hérédité et de la prédisposition morbides et de la dégénérescence*, 2e éd., 1898.

ÉBAUCHE SQUELETTOGÈNE DES MEMBRES

ET DÉVELOPPEMENT DES ARTICULATIONS

Par M. Éd. RETTERER
Chef des travaux pratiques d'histologie à la Faculté de médecine de Paris

(*Suite et fin* [1].)

(Planches XII et XIII.)

V

Segments intercartilagineux et développement de la fente articulaire.

L'ébauche squelettogène donne ainsi naissance aux segments cartilagineux, aux cavités articulaires, à la capsule, aux ligaments, etc. Jusqu'à l'époque où les nodules cartilagineux ont apparu, il est impossible de distinguer les éléments qui produisent le cartilage, la capsule ou le tissu conjonctif qui, par fonte ultérieure, donnera naissance à la cavité articulaire. Le tissu squelettogène est donc la souche commune de ces divers tissus qui sont autant de modalités du tissu conjonctif.

Une fois que deux nodules cartilagineux ont apparu l'un à la suite de l'autre, leur centre et leur corps sont déjà cartilagineux, mais leurs extrémités sont encore à l'état de tissu squelettogène. C'est l'évolution ultérieure qui nous apprend que ce tissu squelettogène subira, dans son milieu, la fonte et sera remplacée par une solution de continuité ou fente, tandis que, de chaque côté, le tissu squelettogène se transformera en cartilage d'encroûtement. Aux premiers stades, les segments cartilagineux sont terminés par le même tissu squelettogène dont ils dérivent. Mais peu à peu, à mesure

1. Voir le numéro de septembre-octobre 1902.

que la fente articulaire s'établit, ce tissu squelettogène se transforme en cartilage ; il me semble donc avantageux de le désigner sous le nom de *précartilage* pour donner plus de précision à la description, bien que ces deux termes s'appliquent au même tissu.

On a imposé le nom de *disques intermédiaires* à ce tissu qui, chez l'embryon, relie deux segments cartilagineux (voir p. 595). C'est là un terme fort commode ; il vaudrait encore mieux les appeler *intercartilagineux*. Il est impossible de les définir par leur structure, parce que celle-ci varie pendant l'évolution et diffère au centre et aux deux extrémités du même disque intercartilagineux.

Pour les connaître et pour savoir comment se développent les articulations, il nous reste donc à décrire les divers stades d'évolution par lesquels passent les segments intercartilagineux.

La figure XV (pl. XIII) représente une portion centrale du disque intercartilagineux d'une articulation métatarso-phalangienne d'un embryon de cobaye long de 17 millimètres (28e jour de la gestation).

Nous savons que le nodule de la première phalange est au premier stade du développement (cartilage alvéolaire) et le métatarsien à l'état de cartilage épithélioïde. Le tissu qui les relie possède encore la structure du tissu squelettogène ; il est formé de noyaux réunis par du protoplasma commun. Ce tissu intermédiaire ou intercartilagineux a une hauteur de 0 mm. 04. Il présente des mitoses aussi abondantes que celles qu'on observe dans le tissu squelettogène, avant l'apparition du cartilage.

On remarque cependant que le grand axe de la plupart des éléments en voie de division affecte une direction transversale ; c'est-à-dire perpendiculaire au rayon digital.

A. Mouton. — La figure X (pl. XIII) reproduit, à un faible grossissement, une coupe antéro-postérieure (dorso-palmaire) de la région du coude d'un embryon de mouton long de 3 centimètres. On reconnaît aisément l'humérus (*h*), le cubitus (*c*), le radius (*r*) dont les extrémités en présence rappellent déjà la configuration des segments adultes. Ces extrémités sont réunies par un tissu dont la partie centrale est claire (1 et 2) et dont la zone périphérique est foncée (3) ; c'est une masse continue et intermédiaire aux divers segments cartilagineux. La zone claire a une hauteur de 0 mm. 03 en moyenne ; la zone foncée est haute de 0 mm. 01 ou 0 mm. 02.

Les figures XI et XII représentent ce tissu intermédiaire à un grossissement plus fort ; sur la figure XI, qui donne l'image du tissu

intermédiaire entre l'humérus et le cubitus, le tissu clair est au stade du tissu conjonctif à réticulum chromophile et à mailles pleines d'hyaloplasma (XI, 1). Autrement dit, il est constitué par des cellules dont les noyaux sont allongés ou ovalaires, épais de 2 à 3 μ et longs de 6 à 7 μ. Le grand axe de ces noyaux est dirigé parallèlement aux surfaces des segments cartilagineux. De la surface et surtout des extrémités de ces noyaux partent des filaments hématoxynophiles ou thioninophiles, c'est-à-dire chromophiles, qui ne tardent pas à se diviser, et leurs rameaux s'anastomosent avec les prolongements semblables des cellules voisines. Les mailles de ce réseau chromophile ne dépassent guère quelques μ et sont comblées par un protoplasma transparent qui ne se colore point ou à peine et que j'appelle *hyaloplasma.*

A mesure qu'on se rapproche de la zone sombre (fig. XI, 2), l'hyaloplasma diminue et les noyaux sont plongés dans un protoplasma finement granuleux et chromophile. Bien plus, tandis que les noyaux du tissu clair sont éloignés les uns des autres d'une distance de 7 ou 10 μ et davantage, ceux de la zone foncée sont si serrés que le protoplasma internucléaire mesure à peine 1 ou 2 μ, d'un noyau à l'autre. Cette zone foncée qui limite immédiatement la zone claire est encore à l'état de tissu squelettogène.

Remarquons cependant que les noyaux superficiels de cette zone sont tous allongés et leur grand axe est orienté de telle sorte qu'il a une direction parallèle à la surface de l'extrémité squelettique. Quatre à cinq assises cellulaires de la zone foncée possèdent seules, sur une épaisseur de 6 à 8 μ, la constitution du tissu squelettogène. Du côté du segment cartilagineux, le protoplasma a déjà pris les caractères du protoplasma dense des premiers stades du cartilage hyalin. Comme le montrera l'évolution ultérieure, les deux zones foncées qui limitent de chaque côté le tissu réticulé à mailles pleines, se transformeront en cartilage d'encroûtement. Il me semble donc avantageux de les appeler *zones précartilagineuses*, parce que cette dénomination indique leur destinée.

La figure XII représente, à un grossissement moyen, l'état du tissu intermédiaire entre les deux zones de précartilage au niveau de la partie postérieure des extrémités cubitale et humérale.

En ce point (XII, 1), l'hyaloplasma a disparu dans nombre de mailles du tissu réticulé; plusieurs filaments chromophiles se sont atrophiés également, de façon que nous sommes en présence de

mailles vides et d'espaces creux, premiers indices de la cavité articulaire.

On aperçoit déjà dans ces espaces (XII, 2) des éléments formés d'un noyau et d'un corps cellulaire mince muni de petits prolongements qui ont perdu toute connexion avec le complexus cellulaire. Par fonte de l'hyaloplasma et par perte des filaments chromophiles, certaines cellules se sont transformées en éléments libres ou leucocytes.

B. — *Développement de la fente articulaire dans les membres des embryons de cheval.*

Pour montrer, dans un dessin d'ensemble, les stades successifs par lesquels passent les disques intercartilagineux ou intermédiaires, j'ai reproduit, sur la figure XIV, une section antéro-postérieure (sagittale ou dorso-palmaire) du membre thoracique d'un embryon de cheval long de 4 cm. 5.

Chez cet embryon, le carpe a une hauteur de 0 mm. 9 à 1 millimètre.

Le métacarpien principal est long de 2 millimètres.

La première phalange est longue de 1 millimètre.

La deuxième phalange est longue de 0 mm. 6.

La troisième phalange est longue de 1 millimètre.

Au total, l'extrémité du membre thoracique, à partir de l'avant-bras, est haut de 6 millimètres environ.

J'ai choisi cet embryon de cheval de préférence aux embryons de lapin, de cobaye ou de chien, parce qu'il vaut mieux s'adresser pour cette étude aux espèces à gestation longue, c'est-à-dire dont le développement intra-utérin se fait lentement. En effet, les disques intercartilagineux y mettent plus de temps à évoluer. De plus, sur ces grands mammifères, les disques intercartilagineux atteignent des dimensions plus notables que sur les petits animaux. Pour ces diverses raisons, l'observation des phénomènes histogénétiques est singulièrement facilitée.

Comme le montre le dessin, les segments du doigt affectent déjà la forme caractéristique des os de l'adulte. La section passe par l'axe du métacarpien principal. Pour ne pas augmenter outre mesure les proportions du dessin, on n'a figuré des segments du carpe que le cartilage du grand os et une portion de l'unciforme.

Le métacarpien principal montre déjà, dans la portion centrale de sa diaphyse, du cartilage à apparence claire et à grandes cellules (*cartilage hyperthrophié*), auquel fait suite de part et d'autre une zone de *cartilage sérié*. Les extrémités du métacarpien sont au stade de *cartilage épithélioïde*. Les trois phalanges n'ont guère dépassé le stade de cartilage épithélioïde. Le bout terminal de la dernière phalange ou phalangette est déjà coiffé d'une calotte osseuse.

1. *Articulation carpo-métacarpienne.*

Voici la disposition et la structure des tissus intercartilagineux. L'unciforme est entouré de tissu conjonctif réticulé à mailles pleines et très vasculaire; un tractus de tissu conjonctif primordial le relie au métacarpien. Le cartilage du grand os est séparé du métacarpien principal par une fente centrale haute de 4 à 6 μ; mais cette fente n'est pas complète; en deux ou trois points, elle est interrompue par du tissu réticulé à mailles vides qui relie les surfaces articulaires en regard. Ces surfaces articulaires ne sont ainsi pas encore lisses sur toute leur étendue, et la présence de ces lambeaux de tissu réticulé leur donne un aspect velouté. Du côté dorsal aussi bien que du côté ventral de la cavité articulaire persiste, sur une longueur de 0 mm. 06, du tissu réticulé à larges mailles vides qui continue à relier les deux cartilages en présence.

On observe dans ce tissu réticulé un fait remarquable que j'ai signalé [1] déjà dans les ganglions lymphatiques et dans le tissu conjonctif du même embryon, c'est la transformation des *noyaux* des cellules conjonctives en *hématies*. Il ne s'agit pas d'hématies extravasées; en effet, ces hématies ne sont pas encore libres; elles occupent en réalité les points nodaux du réseau cellulaire et résultent de la transformation ou dégénérescence sur place de la chromatine nucléaire en hémoglobine.

Enfin, en arrivant à la surface même des segments cartilagineux, le tissu réticulé à mailles vides se continue avec du tissu réticulé à mailles pleines (*future synoviale*) auquel fait suite une bande de tissu conjonctif primordial. Ce dernier reproduit à peu près la

1. *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1901, p. 509 et suivantes, fig. XIX et XXII.

structure du tissu squelettogène primitif, si ce n'est que les noyaux se sont légèrement allongés dans le sens de l'axe du membre. C'est l'ébauche de la capsule ou des ligaments péri-articulaires. Autrement dit, ces ligaments embryonnaires présentent à cette époque la même structure que la couche précartilagineuse épaisse de 0 mm. 03 environ, qui limite de part et d'autre la cavité articulaire que nous venons de décrire.

A cet âge déjà, la capsule ou les *ligaments périarticulaires* ainsi que les *couches précartilagineuses juxta-cavitaires* se continuent entre elles à la périphérie de l'articulation. Plus tard, les connexions resteront les mêmes, bien que les couches précartilagineuses soient devenues cartilagineuses, tandis que la capsule ou les ligaments auront élaboré des fibres conjonctives.

2. *Articulation métacarpo-phalangienne.*

On sait que chez le cheval, comme, d'ailleurs, chez la plupart des mammifères, cette articulation est complétée du côté plantaire par deux sésamoïdes. La section passe par l'un des sésamoïdes. Si nous commençons en ce point, nous trouvons que la cavité articulaire existe déjà entre la tête du métacarpien et le sésamoïde sur une hauteur de 0 mm. 04 environ. C'est une fente large de 4 à 6 μ, cloisonnée de distance en distance par quelques fins tractus chromophiles. En se dirigeant de là en bas vers la première phalange, on voit l'angle, formé par le ligament sésamo-phalangien et la première phalange, occupé par un amas de tissu réticulé à mailles en partie vides et vasculaire. Si l'on remonte du côté dorsal du doigt, la hauteur du tissu réticulé diminue; du côté plantaire de l'axe du doigt, elle est de 0 mm. 04 environ pour descendre à 0 mm. 008 du côté dorsal de l'axe du métacarpien. Ce tissu réticulé intermétacarpo-phalangien se trouve au stade de tissu réticulé à mailles pleines d'hyaloplasma. Nombre de noyaux, encore au lieu et place aux nœuds du réseau cellulaire, ont subi la transformation hémoglobique.

La fente articulaire sésamo-métacarpienne est limitée par quelques rangées de cellules précartilagineuses qui se continuent en dedans avec le tissu cartilagineux épithélioïde du métacarpien ou du sésamoïde. Ces cellules précartilagineuses sont déjà allongées et aplaties parallèlement à la fente articulaire; leur forme et leur disposition rappellent celles d'un épithélium plat, et l'assise la plus

interne est de tous points comparable, à ce stade, à un revêtement endothélial vu de profil. La couche précartilagineuse de la tête du métacarpien ainsi que celle de la première phalange est épaisse (0 m. 015 à 0 m. 02) et leurs nombreuses assises cellulaires possèdent des noyaux à forme plus ou moins arrondie, par conséquent sans disposition particulière par rapport à la future cavité articulaire. La capsule ou ligament périarticulaire est au stade de tissu conjonctif primordial, bien que, du côté dorsal, les noyaux de ce tissu commencent à s'allonger selon l'axe du membre.

3. *Articulation phalango-phalanginienne*
(entre la 1re et la 2e phalange).

Du côté *plantaire* de l'axe du membre, il existe un tissu intercartilagineux *clair* sur une hauteur de 0 mm. 03, tandis que du côté dorsal de cet axe, le tissu *clair* n'atteint que 0 mm. 008 à 0 mm. 010. Le tissu clair est du tissu conjonctif réticulé à mailles en partie vides vers la surface plantaire, toutes pleines d'hyaloplasma du côté dorsal. Ce tissu réticulé est suivi du côté des phalanges, d'une couche épaisse de tissu précartilagineux.

4. *Articulation phalangino-phalangettienne* (2e et 3e phalange).

Le tissu réticulé figure une ligne claire, très mince ; encore n'existe-t-il qu'à la périphérie des phalanges ; en effet, si on le suit vers le *centre* même, c'est-à-dire vers l'axe du membre, on voit le tissu réticulé se continuer avec du tissu squelettogène; en d'autres termes, la deuxième et la troisième phalange sont reliées encore au centre de la future cavité articulaire par un protoplasma commun à nombreux noyaux. Du côté plantaire, entre la deuxième phalange et le sésamoïde distal, le tissu clair atteint déjà un développement notable, car il y est épais de 0 mm. 02 à 0 mm. 03, quoiqu'il soit encore à mailles pleines.

Je complète cette description par quelques indications sur les articulations radio-carpiennes et carpiennes.

Dans l'articulation radio-carpienne, le tissu intercatilagineux est composé d'une portion centrale claire (tissu réticulé à mailles pleines d'hyaloplasma), haute de 0 mm. 004 et limitée de part et d'autre par une zone de précartilage.

Cependant en avant (côté dorsal du membre), au-dessous du ligament radio-carpien antérieur, existe déjà une petite cavité qu'on peut poursuivre sur toutes les coupes de dehors en dedans. Cette ébauche de cavité a une hauteur de 0 mm. 03 et une étendue dorso-palmaire ou antéro-postérieure de 0 mm. 100. Les parois antérieure et postérieure (palmaire et dorsale) sont directement formées par du tissu réticulé à mailles vides auquel fait suite plus loin le tissu réticulé à mailles pleines.

Quant aux articulations intercarpiennes, elles sont réunies par du tissu intercartilagineux qui se trouve à peu près au même stade que celui que nous avons décrit plus haut dans les articulations interphalangiennes.

A leur périphérie, les segments carpiens sont réunis par du tissu squelettogène, c'est-à-dire par du tissu conjonctif qui est encore au premier stade de développement (fig. XIII *d.*).

En résumé, le tissu à cytoplasma commun et à nombreux noyaux (tissu squelettogène ou primordial) existe encore dans la portion centrale de la future articulation *phalangino-phalangettienne*; à la périphérie de cette articulation, il est devenu réticulé à mailles pleines. Dans l'articulation *phalango-phalanginienne*, c'est du tissu réticulé dont les mailles sont, vers la périphérie, en partie vides. Dans l'articulation *métacarpo-phalangienne*, on trouve du tissu réticulé à mailles vides à la périphérie; il existe même déjà une petite fente du côté plantaire; mais au centre c'est du tissu réticulé à mailles pleines. En un mot, la fente articulaire succède à du tissu à cytoplasma commun, dont l'évolution passe par le stade réticulé et qui finit par se liquéfier ou à se transformer en éléments libres.

Je fais suivre cette description de quelques indications sur l'état de l'extrémité digitale du membre abdominal.

Le pied de la patte abdominale de l'embryon de cheval de 4 cm. 5 présente une longueur de 8 millimètres du talon au bout du doigt.

Le calcanéum est long de.................	1 mm. 2
Le cuboïde................................	0 mm. 4
La rangée interne (astragale, scaphoïde et cunéiforme) est longue de..............	1 mm.
Le métatarsien principal est long de........	2 mm. 5
La 1re phalange est longue de.............	1 mm.
La 2e — —	0 mm. 5
La 3e — —	1 mm.

Malgré la longueur plus grande du pied abdominal, les tissus s'y trouvent à un stade d'évolution moins avancé que ceux de la patte thoracique.

Le tibia est réuni à l'astragale par un tissu conjonctif réticulé à mailles pleines qui atteint une hauteur de 0 mm. 02 à 0 mm. 03.

Entre les segments tarsiens et l'articulation tarso-métatarsienne, on observe de larges couches de tissu squelettogène. Le tissu conjonctif réticulé à mailles pleines qui sépare les traînées squelettogènes atteint à peine un millimètre. Il en est de même des articulations métatarso-phalangiennes et interphalangiennes.

Entre les deuxième et troisième phalanges on voit encore, dans l'axe du membre, un tissu squelettogène continu d'un segment à l'autre.

Sur le cheval long de 5 cm. 5, le pied de la patte thoracique atteint de l'extrémité distale du radius au bout du doigt une longueur de 9 millimètres.

Le carpe est haut de......................	0 mm. 9
Le métarcapien principal est long de.......	3 mm. 2
La 1re phalange est longue de..............	1 mm. 2
La 2e — —	0 mm. 7
La 3e — —	1 mm. 4

Bien que l'allongement de ce pied, comparé à celui de l'embryon de 4 cm. 5 ne se chiffre que par 2 ou 3 millimètres, les modifications des tissus intercartilagineux sont considérables.

Dans l'articulation radio-carpienne, la cavité est complète dans le tiers antérieur (dorsal); du côté palmaire, il existe encore, entre les surfaces articulaires, un réticulum chromophile, mais à mailles larges et complètement vides. Dans l'axe du membre, le tissu réticulé qui se trouve dans la cavité articulaire est à mailles plus fines, pleines encore d'hyaloplasma du côté du radius, mais à mailles vides vers le carpe.

La membrane péri-articulaire est formée, du côté palmaire et du côté dorsal, par un tissu réticulé, à mailles en partie vides et nemment vasculaire.

Du côté plantaire, ce tissu réticulé (future synoviale) épais de 0 mm. 04 est revêtu extérieurement d'une couche de tissu conjonctif dense à noyaux allongés (capsule articulaire proprement dite).

Entre le semi-lunaire et le cartilage du grand os, ainsi qu'entre

ce dernier et le métacarpien principal, la cavité articulaire est complète, sauf quelques tractus de tissu réticulé qui se prolongent dans la cavité et qui sont en relation avec la synoviale des côtés plantaire et dorsal.

Aux articulations métacarpo-phalangienne et phalango-phalanginienne, la fente articulaire est complète à la périphérie, incomplète au centre. A l'articulation des deuxième et troisième phalanges, la fente articulaire débute également à la périphérie; au centre, il n'y en a pas encore.

En ce qui concerne le point où apparaît la fente articulaire, nous voyons que sur le cheval de 4 cm. 5, c'est du côté périphérique et sur la face plantaire que se produisent les premiers espaces vides (art. métacarpo-phalangienne et phalangiennes).

Plus tard (cheval de 5 cm. 5 de long), d'autres espaces vides se produisent du côté dorsal; de sorte que c'est de la périphérie vers le centre que se complète la cavité articulaire dans les articulations précitées. Il en est de même dans l'articulation radio-carpienne, si ce n'est que la première ébauche de la cavité apparaît ici du côté dorsal (cheval de 4 cm. 5); sur le cheval de 5 cm. 5, apparaît une seconde ébauche de cavité du côté palmaire; c'est au centre que le tissu réticulé persiste le plus longtemps. Dans les articulations intercarpiennes, au contraire, il semble que la cavité apparaît d'abord au centre et s'étend de là vers la périphérie.

C. — *Développement de la fente articulaire chez le cobaye et le lapin.*

Les phénomènes évolutifs sont-ils les mêmes chez d'autres espèces et dans d'autres articulations? Voici quelques exemples qui paraissent plaider dans le sens affirmatif.

Sur l'embryon de cobaye long de 1 cm. 5, le scapulum et l'humérus, au stade de cartilage épithélioïde, sont réunis par un disque intercartilagineux haut de 0 mm. 04 à 0 mm. 05. Le disque est constitué, dans sa portion centrale, par du tissu réticulé à mailles pleines d'hyaloplasma; il est limité de part et d'autre par une zone de tissu squelettogène ou précartilagineux.

Sur un cobaye long de 1 cm. 7, l'articulation coxo-fémorale ne possède pas encore de cavité; la portion centrale du disque intercartilagineux est claire et épaisse de 0 mm. 07. Elle est encore composée d'un tissu réticulé à mailles pleines. Ce n'est que par

places que des vacuoles de 1 ou 2 μ ont apparu, dans les mailles du réticulum. On y voit de nombreuses hématies qui sont libres ou occupent encore la place des noyaux du réticulum qui leur ont donné naissance. Les couches précartilagineuses qui limitent ce disque n'ont que 10 à 12 μ d'épaisseur.

Sur un cobaye de 2 centimètres de long, le centre du disque coxo-fémoral est à l'état de tissu réticulé, dont les mailles vides ont conflué sur de nombreux points et ont donné naissance à de petites cavités, larges de 20 à 25 μ. Les hématies libres et les leucocytes sont abondants dans cette ébauche de cavité articulaire.

Sur le cobaye long de 2 cm. 5, nous voyons s'achever le développement de la cavité dans l'articulation coxo-fémorale : le ligament rond sépare la cavité en deux portions, une interne qui est une fente haute de 0 mm. 020 et large de 0 mm. 120, et l'autre, externe, large de 0 mm. 350, remplie d'un tissu réticulé à mailles vides qui atteint également une hauteur de 0 mm. 020 à 0 mm. 040.

J'ajoute à ces indications la description sommaire des principales articulations des membres d'un embryon de lapin long de 4 cm. 5.

La cavité articulaire du coude est complète.

Dans l'articulation cubito-pyramidale, la fente existe sur la moitié *dorsale*; dans la moitié palmaire ou ventrale de l'articulation, le cubitus et le pyramidal sont réunis par du tissu conjonctif réticulé, à mailles en partie pleines, en partie vides. Entre le pyramidal et l'unciforme, la fente articulaire est déjà très nette, mais traversée de distance en distance par des restes cellulaires pourvus de filaments chromophiles.

Entre le cinquième métacarpien et l'unciforme, on voit une petite cavité centrale, circonscrite vers sa périphérie par du tissu réticulé à mailles vides.

Entre le radius et le scaphoïde, la fente existe dans le tiers *dorsal*; les deux tiers ventraux ou palmaires sont réunis encore par du tissu réticulé à mailles *pleines* ventralement, vides du côté de la future cavité.

Le scaphoïde, le cartilage du grand os, le trapèze et le trapézoïde sont réunis les uns aux autres par du tissu conjonctif réticulé, à mailles en grande partie pleines. De petites cavités se montrent du côté dorsal.

Les métacarpiens et les phalanges d'une part, les phalanges et les phalangines de l'autre, sont réunies par du tissu conjonctif *plein* en certains points, à mailles *vides* en d'autres.

Dans l'articulation phalangino-phalangettienne, la périphérie est occupée par quelques restes de tissu conjonctif à larges mailles vides; vers le centre, c'est du tissu réticulé, à mailles en partie pleines, en partie vides.

Sur la patte abdominale du lapin de 4 cm. 5 de long, la fente articulaire existe sur la moitié antérieure ou ventrale de l'articulation tibio-astragalienne; dans la moitié postérieure ou dorsale, se trouve encore du tissu réticulé à mailles vides. Quelques restes cellulaires et quelques filaments chromophiles continuent d'ailleurs à traverser la cavité, de la moitié antérieure de l'astragale au tibia.

La fente articulaire existe également entre l'astragale et le scaphoïde, bien qu'on y voie encore des restes cellulaires et des filaments chromophiles. Entre les autres segments cartilagineux du pied, on n'observe que du tissu conjonctif au stade réticulé, à mailles soit pleines, soit vides.

En résumé, les phénomènes évolutifs des disques intermédiaires sont, chez le cobaye et le lapin, identiques à ceux du mouton et du cheval, quoiqu'ils se passent plus vite et sur des bandes de tissu plus étroites. Le plus souvent, dans les articulations à grande étendue du moins, l'ébauche de la cavité apparaît d'abord à la périphérie de la future articulation. Il est vrai qu'entre les petites pièces du carpe et du tarse, la fente semble se produire vers le centre.

En tout cas, l'évolution du tissu squelettogène est la même chez tous les mammifères : *le cytoplasma commun passe au stade de tissu réticulé dont les mailles sont d'abord pleines et plus tard vides d'hyaloplasma. Les filaments chromophiles eux-mêmes dégénèrent à leur tour*, il y a production d'éléments libres (leucocytes et hématies). Ceux-ci constituent, avec les produits de liquéfaction, la première synovie. Cette synovie remplit tout d'abord la cavité qui succède à un territoire, occupé, à l'origine, par un complexus cellulaire.

VI

Forme et disposition spéciales des cellules dans le cartilage d'encroutement. Cause déterminante.

Nous avons vu que partout la fente articulaire se produit à une époque où les segments cartilagineux qui la limitent sont encore coiffés chacun par une zone de tissu squelettogène. Autrement dit,

le cartilage d'encroûtement n'a pas encore eu le temps de se former. Les conditions dans lesquelles se trouvent placées ces dernières zones de tissu squelettogène sont donc tout à fait spéciales. Ce tissu s'accroît et prolifère abondamment : témoin les nombreuses images mitosiques qu'on y observe; mais, du côté de l'axe du membre, l'accroissement est limité, puisque chaque zone est arrêtée dans son extension par sa congénère, dont elle est séparée uniquement par la fente virtuelle de la cavité articulaire. Sur les parties latérales, l'extension est plus aisée, puisque les parties latérales de l'extrémité articulaire sont entourées de tissus plus ou moins mous. Telles sont les conditions mécaniques qui me paraissent expliquer la forme que prennent les jeunes générations de noyaux au fur et à mesure que ces éléments se divisent près de la cavité articulaire : elles s'étendent tangentiellement aux surfaces articulaires. Quand, plus tard, le protoplasma se transforme en substance cartilagineuse, les éléments cartilagineux, qu'on pourrait dire de clôture, affecteront également une ordonnance tangentielle ou parallèle aux extrémités des segments squelettiques.

Ces faits nous fournissent des renseignements intéressants sur les *conditions de milieu* dans lesquelles se produit la fente ou cavité articulaire : à leur surface, les extrémités articulaires sont encore revêtues d'une couche de cytoplasma commun ou *précartilage* qui se transformera ultérieurement en cartilage d'encroûtement; partout ailleurs, la fente articulaire est limitée par du tissu conjonctif réticulé (*future synoviale*) ou en voie d'élaborer les fibrilles collagènes de la capsule ou des ligaments.

En un mot, quand la *fente articulaire* apparaît, les tissus intéressés se trouvent dans des conditions identiques à celles dans lesquelles se produisent les *bourses séreuses* ou *muqueuses*; ils sont encore d'une extrême délicatesse, d'une grande mollesse; ils ne se prêteraient ni au *clivage* ni à la *fissuration*. Les actions mécaniques qui viendraient agir sur ces tissus mous n'auraient d'autre effet que d'en amener la déchirure ou de les broyer contre les parties dures des cartilages.

L'ensemble de ces faits vient à l'appui de l'étude des phénomènes cellulaires qui se passent dans les segments intercartilagineux : *la cavité articulaire est le résultat de l'évolution spéciale* (muqueuse ou albumineuse) *de tout un territoire conjonctif*, *qui finit par subir la fonte totale.*

Historique du développement de la fente articulaire.

Il est inutile de remonter aux anciens pour connaître leur avis sur l'apparition des segments du squelette. En effet, l'examen à l'œil nu est insuffisant et trompeur. Je citerai néanmoins, à titre de curiosité anatomique, l'opinion de Riolan sur la constitution du carpe et du tarse de l'enfant, parce qu'elle contient le germe de plusieurs théories, émises au XIXe siècle, par des histologistes qui s'en tinrent également aux apparences ou à des idées préconçues.

« Les os du carpe, dit Riolan [1], ne sont tous faicts que d'un seul cartilage, lorsque l'enfant vient au monde, mais qui se partage en sept, comme il prend la nature de l'os. Le huitième est déjà os dès la naissance de l'enfant. » Plus loin, il ajoute : « Tous les os du tarse, excepté seulement le talon, qui a en son milieu l'apparence d'un os, ne font qu'un seul cartilage, de mesme que ceux du carpe et demeurent assez longtemps en cet état. »

Passons aux embryologistes.

Von Baer [2] décrit de la façon suivante l'ébauche du squelette des doigts et des orteils sur les embryons de poulet des sixième et septième jours : les segments cartilagineux de chaque rayon digital sont plongés dans une gaine continue qui contient l'ensemble des segments de chacun des rayons. Cette gaine n'est autre que l'enveloppe fibreuse ou périoste de l'os futur.

Cette description est exacte, mais manque de précision, ce qui s'explique quand on songe à l'époque où elle fut faite.

Rathke [3] admet que, chez les tortues, les côtes sont dès l'origine et restent toujours continues avec les corps vertébraux, tandis que chez les autres vertébrés, le cartilage des côtes, d'abord continu avec les vertèbres, devient discontinu, en même temps que se développent les ligaments.

Tout cela est vague et ne contient aucun renseignement précis sur le mode de formation des organes et des cavités.

Velpeau [4] chercha à étudier le mode de formation des cavités articulaires chez l'embryon et le fœtus; comme on le sait, il se contenta de la dissection et de l'inspection à l'œil nu.

« Dans les premières semaines de la vie embryonnaire, dit Velpeau, aucune cavité articulaire ne peut être distinguée; je n'en ai reconnu d'évidentes qu'après le quarantième jour. Encore n'en existe-t-il qu'un très petit nombre avant le troisième mois. Toutes ces cavités apparaissent sous la forme de simples fissures ou de légères cavernes. On les voit successivement se dessiner partout où deux points solides du corps

1. *Les Œuvres anatomiques de Jean Riolan*, par P. Constant, 1729, p. 973.
2. *Ueber die Entwickelungsgeschichte der Thiere*, 2e partie, 1837, p. 95 et suivantes.
3. *Ueber die Entwickelung der Schildkröten*, 1848, p. 48.
4. Recherches sur les cavités closes. *Annales de la chirurgie française et étrangère*, t. VII, 1843, p. 302.

devront exercer des mouvements l'un sur l'autre. Il semble que ce soient, pour la plupart, des brisures qui s'établissent spontanément dans des lieux fixes ou déterminés, et au milieu desquels une cavité accidentelle cherche à se former.

« Presque partout on trouve que les cavités closes résultent de l'écartement de deux points qui se continuaient ou se touchaient précédemment. La surface de ces deux points, d'abord un peu inégale, se régularise, s'humecte de plus en plus. Les parties qui les entourent représentent bientôt une gaîne dont la surface interne complète la cavité de l'intersection.

« A l'époque où il n'y a encore ni ligament, ni muscle distincts, il est parfaitement clair que cette cavité s'est creusée mécaniquement, sous l'influence d'un travail organique spécial, à la manière des cavernes pathologiques.

« Il ne serait pas plus raisonnable de faire de cette cavité une bourse ou une membrane, qu'il ne le serait d'admettre un sac, une capsule, une bourse, comme constituant les cavernes tuberculeuses, la cavité des abcès par exemple. »

Comme je l'ai déjà dit ailleurs à propos des bourses muqueuses et des cavités péritendineuses (*Ce Journal*, 1896, p. 279), Velpeau ignorait les éléments anatomiques; dans son esprit le « travail organique spécial » se confondait avec le « frottement mécanique ».

Pour BRUCH[1], les segments cartilagineux n'apparaissent pas *in toto* et en une fois dans le tissu formateur (Bildungsgewebe); ils se développent séparément, un à un, du centre vers la périphérie (*loc. cit.*, p. 12).

Quand les articulations vont prendre naissance, les extrémités cartilagineuses en regard, dit BRUCH (*loc. cit.*, p. 42), s'accroissent aux dépens de la masse ou tissu intermédiaire (*Zwischenmasse*). A mesure que les segments cartilagineux s'allongent, le blastème amorphe ou masse intermédiaire diminue et se réduit peu à peu à une mince lamelle transparente que Bruch désigne sous le nom de *raphé*.

Finalement il se fait une *déhiscence* au niveau du raphé et c'est ainsi que se produit une fente, qui est la cavité articulaire. Celle-ci reste circonscrite par le périchondre passant d'un segment cartilagineux sur l'autre. Cette gaine fibreuse sert à former la capsule articulaire et les ligaments.

La description de Bruch est des plus exactes au point de vue des apparences; à son époque, on ne pouvait avoir des notions précises sur le tissu formatif et sur l'évolution de ce tissu au niveau de la fente articulaire.

H. LUSCHKA[2] émit, en 1854, l'opinion que la symphyse pubienne représenterait le degré inférieur d'une articulation mobile et correspondrait ainsi au premier ou à l'un des premiers stades par lesquels passe une articulation complète (fertig).

1. *Neue Denkschriften der allg. schweiz. Gesell. für die Gesamm. Naturwis.*, vol. XII, Zürich, 1852.
2. Zur Entwickelungsgeschichte der Gelenke, *Muller's Archiv*, 1855.

Étudiant les articulations embryonnaires et fœtales, Luschka trouve une substance fibreuse *sur* la surface du cartilage articulaire. Dans la symphyse pubienne en particulier, il constate la présence d'une couche fibreuse analogue et revêtant le cartilage hyalin. A son avis, les prolongements fibreux subissent la fonte et élaborent ainsi le liquide synovial. Telle serait la loi de formation des cavités articulaires.

En second lieu, Luschka examine les articulations qui ne se forment qu'après la naissance : ce sont les points d'union des côtes (2-7) avec le sternum, et l'union de la poignée avec le corps de l'os.

A la place d'une cavité articulaire, Luschka observe souvent pour la deuxième jusqu'à la quatrième côte d'une part et le sternum de l'autre, une substance fibreuse qui assure la continuité. La substance fibreuse part de la substance fondamentale du cartilage costal et se perd sur le bord du cartilage sternal.

Quand la substance intercellulaire persiste et se convertit en tissu fibreux pour former les disques interarticulaires, l'articulation reste à un état inférieur et devient une *synarthrose*.

En 1858, LUSCHKA[1] revient sur cette question : « A l'origine, dit-il, la substance intercellulaire est continue entre les diverses pièces cartilagineuses qui, plus tard, après segmentation, seront articulées. Pour assurer la mobilité des segments, la substance intercellulaire se fluidifie et c'est ainsi que se forme l'articulation. Mais la fluidification s'étend aussi sur les cellules, qui perdent leurs granulations, gonflent et deviennent de plus en plus molles et volumineuses. Le contenu fluide de la cellule est expulsé du corps cellulaire sous la forme d'une gouttelette albumineuse. La synovie est le résultat de la fonte de la substance intercellulaire et de l'exsudation ou expulsion du fluide albumineux. »

Luschka a eu le tort d'admettre l'existence d'une *substance intercellulaire* qui subirait *passivement* la fluidification.

Il a entrevu la liquéfaction d'une portion du corps cellulaire des éléments anatomiques.

HENKE ET REYHER[2] examinèrent les articulations des extrémités d'embryons humains qui faisaient partie d'une collection conservée dans l'alcool. Ils avouent (*loc. cit.*, p. 219) que ces pièces étaient peu propres à l'étude des détails histologiques. Les coupes furent les unes montées dans la glycérine, les autres colorées à l'hématoxyline ou au picrocarmin et examinées dans la glycérine.

Les segments cartilagineux des doigts apparaissent à l'état de nodules distincts et séparés. Lorsque chacun a pris la forme du segment futur, son extrémité est séparée du segment suivant par une masse de tissu non cartilagineux et figurant un disque; c'est là le *disque intermédiaire* de Henke et Reyher.

Voici comment ils comprennent le mode de formation de ce disque.

1. *Die Halbgelenke des menschlichen Körpers*, p. 8, Berlin, 1858.
2. Studien über die Entwickelung der Extremitäten des Menschen, etc., *Wiener Sitzungsberichte Akad. der Wissenschaften*, LXX, 1874.

Dès qu'une phalange, par exemple, est ébauchée, son extrémité distale se revêt ou se couvre d'une espèce de ciment ou de crépi (*Mœrtel*). Sur les embryons humains de cinq à six semaines, on n'observe que les deux premières phalanges, tandis que la troisième n'existe pas encore.

L'extrémité distale de la deuxième phalange montre la couche de crépi sous la forme d'un tissu constitué par des cellules serrées et entre lesquelles il n'y a pas de substance intercellulaire.

Un tissu semblable se trouve entre les autres segments cartilagineux de l'extrémité (première phalange et métacarpien) où il a pris la forme d'un disque *intermédiaire*. Ces disques ou zones intermédiaires présentent sur les embryons longs de 3 centimètres à 4 cm. 5, une ligne claire qui passe par leur milieu et qui se transforme peu à peu en une fente.

Les matériaux dont disposaient Henke et Reyher étaient en mauvais état de conservation; de plus, ces auteurs n'avaient que des notions vagues sur le tissu conjonctif jeune et son évolution. Ces faits expliquent leur opinion sur la nature *différente* des disques intermédiaires de l'une ou l'autre articulation.

En effet, colorés au picrocarmin, les disques inter-phalangiens se teindraient en jaune, ce que ne font pas les disques qui relient l'humérus au radius et au cubitus embryonnaires!

L'interprétation de cette différence de coloration est très simple : le tissu des disques se trouve, sur un seul et même embryon, à un stade de développement beaucoup plus avancé au coude que dans les doigts.

Comment se forment la ligne claire et la fente? Henke et Reyher parlent d'amincissement, d'atrophie et de résorption, mais leur description manque de précision.

La fente débuterait toujours au centre du disque intermédiaire et s'étendrait de là vers la périphérie où elle suivrait les deux surfaces articulaires, de sorte la portion périphérique du disque persisterait sous la forme d'un *repli* ou *frange synoviale*.

Le disque intermédiaire se transformerait ainsi en synoviale et la cavité articulaire acquerrait sa forme définitive grâce aux contractions musculaires.

W. Nagel[1], dans le travail consciencieux déjà cité sur le développement des extrémités des mammifères et de la taupe, en particulier, arrive aux mêmes conclusions que les auteurs précédents. Le premier il dit nettement que les disques intermédiaires ne sont autre chose que le reste des cellules formatives du squelette cartilagineux, mais n'ayant pas encore élaboré de cartilage. Ces disques intermédiaires continuent ensuite à se transformer en cartilage, de telle sorte que les cellules voisines de la cavité prennent une forme aplatie.

Au point de vue de l'histogénèse de la cavité articulaire, Nagel reste dans le vague.

1. *Die Entwickelung der Extremitäten der Säugethiere*, 1878, p. 35.

On pensait pendant longtemps[1] que, chez l'embryon, toute la cavité articulaire était revêtue d'un revêtement épithélial continu, c'est-à-dire que la surface même des lames cartilagineuses était recouverte d'une assise de cellules endothéliales. Cependant, avec les progrès de l'âge, l'épithélium disparaîtrait sur la portion centrale des lames cartilagineuses et ne se maintiendrait que sur le pourtour des cavités articulaires (v. p. 614, structure des membranes synoviales).

Un auteur, BENTZEN, croyait retrouver le revêtement endothélial sur les surfaces articulaires des embryons.

D'après Bentzen[2], les cellules embryonnaires des disques intermédiaires se transformeraient à mesure que les segments cartilagineux s'agrandissent, en une série de cellules aplaties de façon à se convertir en *éléments endothéliaux*. Dans l'intervalle des cellules endothéliales apparaîtraient des fentes où s'accumule de la sérosité. Peu à peu, la pression que la sérosité exerce sur les cellules endothéliales détermine l'atrophie lente des minces cloisons de séparation qu'elles formaient entre les cavités pleines de sérosité. A l'origine, les surfaces articulaires possèdent un revêtement endothélial continu, qui disparaît par la suite.

KÖLLIKER[3] décrivit, en 1861, dans les membres naissants, un blastème mou, composé de cellules plus ou moins indifférentes. Les segments squelettiques des membres ne sont cependant bien délimités qu'à l'époque où ils ont passé au stade cartilagineux.

Plus tard, Kölliker fit une étude détaillée du développement du squelette sur le lapin et l'homme. « Le squelette entier des extrémités, dit Kölliker[4], se constitue sous forme d'un blastème dont les différentes parties forment, dès le début, un tout continu et dans lequel, du tronc vers la périphérie, se différencient successivement, cartilage par cartilage, articulation par articulation, tous les éléments de la charpente, de telle sorte que chaque cartilage figure, dès le moment de son apparition, une partie indépendante, sans continuité avec les cartilages voisins et que, dès ce moment aussi, il est rattaché aux cartilages adjacents par l'ébauche de l'articulation dont la constitution propre marche de pair avec la sienne.... La loi qui préside à la formation du squelette des extrémités est la suivante : dans l'axe du rudiment des extrémités, une masse de blastème se sépare du reste, et, peu à peu, par sa différenciation, se convertit aussi bien en cartilage qu'en la capsule articulaire et en le périchondre. »

Selon Kölliker, l'allongement des rudiments des parties du squelette s'explique le mieux par l'hypothèse d'une zone de blastème se segmentant successivement.

Vinrent ensuite les recherches de BERNAYS et de SCHULIN. Les résultats

1. Voir Leydig, *Traité d'histologie*, p. 160.
2. Travail suédois analysé par Retzius, in *Jahresberichte über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie der Hoffmann und Schwalbe*, t. IV, 1875.
3. *Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere*, 1861, p. 222.
4. *Embryologie*, trad. française, 1880, p. 504.

opposés auxquels arrivèrent ces deux auteurs sont dus, comme je l'ai montré déjà (*Ce journal*, 1900, p. 484), à la conception différente qu'ils se faisaient du tissu producteur du cartilage.

Bernays [1] confirme les données de von Baer et Bruch sur l'apparition successive des segments cartilagineux dans une masse cellulaire dite indifférente. Il étudie spécialement l'articulation du genou. Il appelle l'attention sur la couche périphérique des cartilages en voie de développement; cette couche a beaucoup d'élection pour le carmin et se transforme en cartilage; de là le nom de *couche chondrogène*. Entre deux segments cartilagineux en regard et se faisant suite, il distingue deux couches chondrogènes séparées l'une de l'autre par une traînée de tissu indifférent; cette traînée est constituée par des éléments petits et arrondis.

La cavité articulaire se développe de la façon suivante, selon Bernays (*loc. cit.*, p. 432) : les deux couches chondrogènes, ainsi que la traînée de tissu indifférent, se transforment en cartilage. Puis, il se produit, comme le pensait Bruch, une déhiscence entre les deux surfaces cartilagineuses en regard. C'est la contraction des muscles qui détermine, à son avis, cette déhiscence.

En un mot, le tissu indifférent qui limite les cartilages se transforme de part et d'autre en couche chondrogène. Quand ces couches chondrogènes se rencontrent, le tissu indifférent est épuisé et, à sa place, on voit un espace vide (cavité articulaire).

Ces résultats reposent sur l'étude de l'articulation du genou d'embryons humains longs de 2 centimètres, 3 centimètres, 4 cm. 5, et de fœtus plus âgés, probablement conservés dans l'alcool. Les coupes ont été colorées au picrocarmin.

Bernays a raison d'admettre la similitude et la continuité du périchondre embryonnaire avec le précartilage du tissu intercartilagineux : l'un et l'autre se transforment en cartilage. Quant aux autres conclusions de Bernays relatives au tissu indifférent et à la déhiscence, elles sont erronées. Bernays a négligé l'étude du tissu qui précède et produit le cartilage. Il se contente d'invoquer la toute-puissance des cellules embryonnaires ou indifférentes, sans chercher à connaître les phénomènes histogénétiques de la transformation du protoplasma en cartilage et du processus par lequel le même protoplasma se fluidifie ou se convertit en tissu conjonctif adulte.

K. Schulin [2] a vu les nodules cartilagineux plongés dans un tissu qui formait avec eux un tout continu sur les jeunes embryons; puis il a étudié des embryons humains (au sortir de l'alcool, probablement et après coloration des coupes par le picrocarmin ou l'hématoxyline). Dans les disques intermédiaires, entre deux nodules consécutifs, il distingue : 1° une couche *chondrogène* qui est continue avec le cartilage; 2° une couche intermédiaire.

1. *Morphelologisches Jahrbuch*, vol. IV, p. 402, 1878.

2. Ueber die Entwickelung u. weitere Ausbildung der Gelenke des mensch. Körpers (*Archiv f. Anat. u. Physiol.*, 1879, Anat. Abtheil.)

Selon SCHULIN (p. 252), la *substance intercellulaire* de la couche chondrogène a une grande affinité pour le carmin. Cette couche représente la couche limite du cartilage, c'est-à-dire qu'elle ne se transforme plus en cartilage; elle ne serait donc pas chondrogène du tout; ce qui n'est point.

On trouve cette couche limite sur le cartilage adulte; mais, alors, elle ne fixe plus le carmin.

Après s'être accrus aux dépens des *cellules embryonnaires arrondies*, les nodules cartilagineux finissent par n'être séparés que par une traînée des mêmes petites cellules rondes.

Dans l'intervalle de ces dernières petites cellules rondes se trouve une substance intercellulaire très clairsemée, qui, peu à peu, devient molle (*tissu muqueux*) à ce niveau, et, enfin, complètement fluide. C'est ainsi que se produit la *fente articulaire*.

Une seule rangée ou tout au plus deux ou trois rangées de cellules subissent la fluidification dans le tissu intermédiaire. Schulin n'admet pas la fluidification d'une couche épaisse, comme le voulait Luschka.

C'est sur les côtés, et non au centre, qu'apparaît la fente articulaire (*loc. cit.*, p. 254). Comme Bernays, Schulin insiste sur ce fait que les extrémités cartilagineuses ont acquis leur forme caractéristique avant l'établissement de la fente articulaire. Schulin a tort de méconnaître la nature du précartilage (couche chondrogène) qu'il regarde comme devant empêcher la chondrification; mais il entrevoit l'évolution du tissu central des disques intercartilagineux. L'hypothèse classique des cellules embryonnaires aveugle Bernays et Schulin, et leur fait commettre des erreurs toutes différentes.

Pour Gœtte [1], l'ébauche de l'humérus *cartilagineux* se continue dans l'avant-bras par deux ébauches (radius et cubitus) qui sont également *cartilagineuses* et qui se prolongent dans les doigts. Ces diverses ébauches *cartilagineuses* sont continues et se fragmentent plus tard en segments séparés; d'où formation des articulations.

En France, Ch. Robin et Cadiat [2] soutinrent la même opinion. Un nodule cartilagineux apparaîtrait à la base des extrémités, s'étendrait en longueur à mesure que le membre s'accroît, et, quand le nodule a atteint une certaine dimension, il se segmenterait. Cette segmentation se ferait par un simple écartement des éléments cartilagineux.

Gœtte, Ch. Robin et Cadiat ont ainsi confondu ébauche squelettogène, cartilage et tissu conjonctif réticulé.

Strasser [3], au contraire, montre que l'humérus, le cubitus et le radius apparaissent chacun à l'état d'ébauches cartilagineuses distinctes. Les segments du carpe et des doigts se forment également chacun à part dans un blastème indifférent.

1. *Ueber Entwickelung und Regeneration des Gliedmassenskeletts der Molche*, Leipzig, 1879.

2. Cadiat, *Anatomie générale*, t. I, p. 332 et 410, 1879.

3. Zur Entwickelung des Extremitätenskeletts bei Salamandra und Triton, *Morphologisches Jahrbuch*, vol. V, 1879.

Ces segments cartilagineux grandissent de façon que leurs extrémités correspondantes se rapprochent l'une de l'autre; enfin, leur point de rencontre produit une ligne de séparation qui n'est autre chose que l'articulation. A ce propos, je rappelle comment Strasser décrit le développement de la substance cartilagineuse dans le blastème primitif : dans le protoplasma qui sépare les noyaux avoisinants apparaissent des lignes de séparation qui résultent de la transformation des couches cellulaires périphériques. La substance qui forme ces lignes est partout continue et constitue un système ou réseau alvéolaire séparant les cellules les unes des autres.

O. Hagen-Torn [1] a étudié les extrémités postérieures d'embryons de lapin (longs de 4, 6, 11, 12, 14, 16, 18, 19, 20, 25, 26, 30, 36, 45, 80 et 95 mm.), celles d'embryons de mouton (de 32 à 320 mm.) et celles d'embryons de veau (de 20 à 520 mm.). Fixés dans le liquide de Müller, ces embryons furent durcis dans l'alcool et colorés en masse dans le picrocarmin ou le carmin aluné.

Hagen-Torn impose le nom de *mésochondre* au tissu intermédiaire à deux nodules cartilagineux. Il dit expressément (p. 607) que le tissu préexistant à la cavité articulaire est du tissu conjonctif lâche, analogue à celui qui sert à former le tissu conjonctif sous-cutané ou intermusculaire. Dans la figure 1, l'auteur représente le mésochondre du genou d'un embryon de brebis long de 32 millimètres. Il est impossible d'y reconnaître la structure réelle des diverses couches cartilagineuses; quant au mésochondre, il me paraît constitué, d'après le dessin, par du tissu réticulé à mailles vides. Hagen-Torn y figure également des vaisseaux sanguins.

« Sur un embryon de lapin long de 18 mm. 5, dit-il (p. 597), la place des futures cavités articulaires est occupée par une couche mésochondrale dont le milieu commence à s'éclaircir ou se raréfier (Lichterwerden). »

« Sur l'embryon de lapin de 19 mm., continue-t-il (p. 599), les cellules du mésochondre se sont allongées et il s'est formé entre elles une substance intercellulaire qui est finement granuleuse ». Puis, décrivant la couche mésochondrale d'un embryon de lapin long de 20 mm. (articulation du genou), il ajoute qu'elle est plus claire que sur les embryons jeunes : « Outre la plus grande abondance de substance intercellulaire, le mésochondre est devenu moins colorable et présente des cellules variant de taille et de forme ». Pour Hagen-Torn, ces faits indiquent un processus régressif.

Dans la portion périphérique du mésochondre où il y a des vaisseaux, la substance fondamentale devient réticulée; dans la portion *centrale*, qui manque de vaisseaux, la substance fondamentale est granuleuse, les cellules se colorent énergiquement et renferment par-ci, par-là des granulations. Ceci (p. 600) lui fait admettre une fonte, une fluidification dans le sens de Luschka. Ce serait là l'origine de la première synovie.

1. Entwickelung und Bau der Synovialmembranen, *Archiv f. mikroscop. Anat.*, vol. XXI, p. 591, 1882.

Il n'a vu ni vacuoles, ni granulations dans les cellules. La couche mésochondrale ne devient pas plus claire, ne s'atrophie ni ne disparaît du fait de la croissance en sens opposé et de la rencontre des deux segments cartilagineux.

Voici, du reste, les conclusions de Hagen-Torn (p. 616) : « la couche qui réunit à l'origine deux nodules cartilagineux est du tissu indifférent ; il s'y forme, au centre, une zone claire qui disparaît plus tard par dégénérescence muqueuse et contribue à former la première synovie ».

Comme tant d'autres, Hagen-Torn a négligé l'étude du tissu primitif des membres et a eu recours à la théorie du tissu indifférent pour se rendre compte de l'origine des parties intercartilagineuses.

L'expression « mésochondre » ne s'applique qu'au stade initial des disques intercartilagineux, et elle ne définit nullement la nature du tissu ; plus tard, elle ne signifie rièn, puisque, au centre, il est remplacé par la fente articulaire et que le tissu qui limite de part et d'autre la fente est en voie de se transformer en cartilage. Le mot « mésochondre » est mauvais : au lieu d'aborder et de résoudre les difficultés, il couvre d'un voile tout ce qui concerne la structure et l'évolution des tissus qui relient les segments cartilagineux des membres.

G. Variot[1] donne (pl. I, fig. 2) une excellente photographie d'une coupe antéro-postérieure de l'annulaire d'un embryon humain de 3 cm. 5. Les segments intermédiaires 1 et 3 sont, à en juger par la couleur, au stade de tissu *conjonctif primordial* ou de *cytoplasma commun*.

« Ils établissent une *soudure complète* entre les pièces cartilagineuses sur les membres d'un embryon humain de deux mois environ (p. 9). »

Le travail de M. Variot montre une fois de plus que la science ne se fait point sur commande. Pressé par le temps et ayant pour objectif principal d'emporter le suffrage des membres du jury, l'auteur n'a pas eu le loisir ni la liberté d'esprit d'observer la succession des phénomènes et d'en donner une interprétation rationnelle. M. Variot n'a vu que le stade primordial des segments intercartilagineux des dernières phalanges ; il s'est laissé tromper par l'apparence analogue des tissus conjonctif primordial et cartilagineux, et, n'ayant pas suivi l'évolution ultérieure qui est différente pour l'un et l'autre, il affirme, dès les premières lignes, que le segment intermédiaire, qu'il appelle *bande articulaire*, est de *nature cartilagineuse*. La fissuration serait la conséquence d'un écartement moléculaire se passant au sein d'éléments en voie de développement.

En résumé, M. Variot figure le premier un stade dont il méconnaît la signification et nie les stades décrits par ses prédécesseurs.

Le terme de bande articulaire appliqué aux disques intercartilagineux consacre une double erreur : d'après M. Variot, cette bande serait, dès l'origine, de nature cartilagineuse ; ce qui n'est point. Les portions attenant aux segments squelettiques deviennent seules cartilagineuses dans

1. *Développement des cavités et des moyens d'union des articulations,* Thèse d'agrégation, 1883.

leur stade ultime; mais le centre et les parties latérales disparaissent totalement ou se transforment en tissu conjonctif réticulé ou fibreux.

J. KACZANDER a fait des recherches étendues sur le développement des articulations. Dès 1886, il a étudié [1] le poulet où, dit-il, les cavités articulaires sont dues à la fonte ou liquéfaction d'une zone de tissu intermédiaire entre les segments en présence.

Plus tard, il a examiné [2], au sortir du liquide de Muller et en coupes sériées, les embryons de mammifères (mouton et homme). Sur l'embryon de mouton de 57 millimètres, la zone intermédiaire entre le tibia, le fémur et la rotule est formée d'éléments allongés dont le grand axe est parallèle au grand axe de la future cavité. Sur le fœtus de 62 millimètres, la cavité apparaît dans cette zone, mais elle renferme encore des éléments libres. De plus, quelques cellules des parois qui limitent la cavité sont pourvues de prolongements traversant de part en part la cavité.

Tous ces faits sont des plus exacts; mais J. Kaczander n'a pas vu ni compris l'origine et la structure de la zone intermédiaire qui, dit-il (p. 174), serait constituée au début par un amas de cellules *indifférentes*. Ces cellules indifférentes ne représenteraient qu'un reste des éléments qui n'auraient pas été employés à la formation des segments cartilagineux.

D. HEPBURN [3] examina les extrémités d'embryons de poulet (4e, 5e, 9e jour, 2e semaine, 15e et 19e jour de l'incubation). Puis il étudia les embryons de souris longs de 14 et 16 millimètres, les embryons de lapin du 21e et 26e jour ainsi que les doigts d'un embryon humain presque à terme.

Il fixa les poulets avec l'acide picro-sulfurique ou bien avec l'acide nitrique. Les embryons de mammifères furent fixés dans une solution d'acide nitrique à 5 p. 100, puis durcis et coupés (coupes de 6 μ) en séries.

Pour Hepburn, les segments cartilagineux résultent d'une différenciation dans le blastème commun et continu; ce qui persiste entre eux n'est que le reste de ce blastème, une masse indifférente, également, mais prenant la forme d'un disque intermédiaire. Sur le poulet du 9e jour, apparaît, au centre du disque, une fente par le fait d'une véritable *clivage*. Les cellules qui composent le disque seraient sphériques, tandis que celles qui limitent la future cavité sont nettement aplaties. Chez les embryons de souris et de lapin, et l'embryon humain, le développement serait le même que sur le poulet. En résumé, le disque articulaire est la portion du blastème commun qui ne s'est pas différenciée et la fente articulaire s'y produit par clivage à une époque où la chondrification n'a pas encore atteint les cellules qui limitent la cavité.

1. *Medicinische Jahrbücher*. Neue Folge, Wien, 1886, p. 60.
2. Ueber die Entwickelung des Kniegelenkes, *Archiv f. Anat. u. Physiol.*, Anat. Abtheil. 1894, p. 162, et Osservazioni sull'... *Anat. Anzeiger*, XI, p. 33, 1895.
3. Development of joints in birds and mammals, *Journal of Anat. a. Physiology*, t. XXIII, 1888, p. 510.

Hepburn, comme le dit Sedgwick Minot dans son *Embryologie* (trad. allemande, p. 469), n'ajouta rien de neuf à ce qu'on savait déjà.

J. Renaut[1] admet que les modèles cartilagineux des os sont séparés et reliés à la fois par des bandes de tissu fibreux embryonnaire, à la façon de sésamoïdes successifs. Ces bandes correspondent au mésochondre de Hagen-Torn. En son milieu, la bande mésochondrale offre la structure exacte du tissu fibreux fœtal. On voit se dessiner, au milieu de la bande mésochondrale, nne zone claire, exactement dirigée suivant l'interligne articulaire futur. C'est la *ligne de fissuration*.

« Voici comment se forme cette ligne. De chaque côté de l'interligne, le mésochondre prend de plus en plus la constitution cartilagineuse et se divise conséquemment en deux bandelettes qui font corps avec l'extrémité du modèle cartilagineux adjacent : je les appellerai *bandelettes articulaires*.

« Entre les deux bandelettes articulaires coiffant les têtes cartilagineuses et adaptant leurs reliefs en sens inverse, la portion moyenne du mésonchondre, qui n'est jamais pénétrée par les vaisseaux sanguins cesse de se développer à l'état de tissu fibreux. A la place de la trame connective du tissu conjonctif modelé, une substance transparente muqueuse prend place entre les corps cellulaires. Puis ces derniers subissent une atrophie progressive et sont refoulés à la surface des deux bandelettes articulaires, où ils dessinent une rangée de cellules plates, tandis que dans la ligne de fissuration une cavité apparaît... C'est la cavité syno-
« viale qui s'étend sur les côtés, limitée par le périchondre fœtal unis-
« sant les os et formant la capsule de l'articulation. Il faut voir dans ce
« processus un phénomène d'évolution auquel ne concourent que très
« secondairement les actions mécaniques... »

« Dans les amphiarthroses, ajoute M. Renaut (p. 551), le mésochondre ne subit pas la fissuration. Il reste fibreux ou fibro-cartilagineux, ou il se transforme totalement en une lame de cartilage intermédiaire aux deux os joints... »

En appelant « bandelettes articulaires » les dernières zones de tissu squelettogène qui se transformeront en cartilage, M. Renaut montre bien que celles-ci ne sont pas cartilagineuses dès l'origine; mais ce terme n'indique pas suffisamment que leur origine et leur évolution sont identiques à celles de tout le segment cartilagineux.

Au point de vue descriptif, M. Renaut expose bien les états successifs par lesquels passe le disque intercartilagineux; mais en ce qui concerne la structure du tissu squelettogène (tissu conjonctif primordial à protoplasma commun), sa comparaison avec le tissu fibreux embryonnaire, quoique exacte, n'est pas suffisamment explicite.

Au lieu de l'évolution du protoplasma qui se différencie au tissu réticulé à mailles pleines, puis à mailles vides, M. Renaut ne voit que des modifications dans la substance fondamentale, avec écartement et refoulement des cellules embryonnaires.

1. *Traité d'histologie pratique,* t. I, p. 545.

Les autres livres didactiques ne font, pour ainsi dire, que décrire la succession des stades, sans entrer dans aucun détail histogénétique. N'ayant compris ni la structure, ni le processus cellulaire, leurs auteurs se bornent à une énumération superficielle des formes et des stades que présentent les articulations.

Je me borne à quelques citations :

Kölliker[1] dit qu'au quatrième mois, les segments des doigts d'un fœtus de 4 mois sont limités, du côté de la cavité articulaire, par une surface cartilagineuse, sans trace de revêtement conjonctif. Ce fait suppose, dit-il, que les segments cartilagineux, qui croissent à l'encontre l'un de l'autre, refoulent la partie moyenne des ébauches articulaires vers les parties latérales; quand ils sont arrivés au contact, on a la cavité articulaire. A ce processus s'ajoute dans les parties latérales, *une solution de continuité*, qui est produite mécaniquement, sous l'influence des muscles, des tendons et des ligaments. Kölliker met en doute le rôle qu'on a attribué au ramollissement et à la liquéfaction du tissu intermédiaire.

O. Hertwig[2] dit que la future cavité articulaire est primitivement occupée par un tissu intermédiaire riche en cellules (*disque intermédiaire* de Henke et Reyher). Ces disques s'amincissent parce qu'ils se transforment en tissu cartilagineux par leurs extrémités. Dans beaucoup de cas, ils disparaissent totalement, de sorte que les extrémités cartilagineuses arrivent au contact l'une de l'autre.

O. Schultze[3] décrit le développement des articulations de la façon suivante : « Toutes les parties du squelette sont reliées à l'origine par *syndesmose*, c'est-à-dire que les segments squelettiques sont réunis par des masses cellulaires, molles et indifférentes. Les éléments qui constituent ces masses cellulaires ne peuvent être distingués de ceux qui produisent le cartilage. Dès que les tissus durs se différencient, le tissu qui leur est intermédiaire constitue des segments à caractère défini. Ces segments intermédiaires prennent, entre les pièces cartilagineuses des doigts et des orteils, la forme de *disques intermédiaires*. Tandis que les portions périphériques de ces disques se convertissent en tissu fibreux, la portion centrale se transforme en une fente articulaire. Cette fente doit être regardée en dernière analyse comme résultant de la confluence d'espaces intercellulaires. (Diese enge Spalte dürfte in letzter Instanz auf Intercellulärlücken zurückzuführen sein.)

Comme je l'ai déjà montré, en 1896, pour les bourses muqueuses, la fente ne correspond nullement à des espaces intercellulaires; les premiers vides se produisent en plein protoplasma et la cavité séreuse ou articulaire résulte de la liquéfaction de tout un territoire cellulaire.

1. *Entwickelungsgeschichte des Menschen*, 2e éd., p. 493.
2. *Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte*, 1896, p. 591.
3. *Grundriss der Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Säugethiere*, 1897, p. 229.

Voici comment F. Reinke[1] décrit la formation des articulations : « Le squelette osseux se développe aux dépens d'une masse conjonctive continue qui se différencie plus tard en segments cartilagineux séparés ou distincts, précurseurs des os futurs, mais reliés les uns les autres par du tissu conjonctif. Cette union au moyen du tissu conjonctif présente des différences ultérieures selon les régions du corps. Dans quelques endroits, le tissu conjonctif se condense et devient fibreux (symphyse) ; en d'autres points, il est résorbé de façon que, à la suite de l'accroissement, les segments squelettiques se rencontrent dans leur portion axiale, pendant qu'à la périphérie l'union devient solide grâce au développement du tissu fibreux constituant l'appareil ligamenteux. C'est ainsi que prennent naissance la fente articulaire et les articulations par diarthrose. »

Pour M. Tourneux[2], les segments cartilagineux sont, à l'origine, réunis les uns aux autres par une bande d'un tissu spécial, sur la nature duquel il ne se prononce pas. Que cette bande soit de nature conjonctive ou cartilagineuse, c'est dans sa partie médiane qu'apparaît la fente articulaire, et ses parois sont tapissées par du tissu cartilagineux.

Je complète cet historique par l'indication de quelques recherches d'anatomie et de développement comparés ; il est vrai que les auteurs sont les premiers à dire qu'ils ne prétendent pas élucider l'histogénèse des parties qu'ils décrivent.

C. Zulauf[3] trouve que, sur les fœtus humains de six mois, la cavité de la symphyse pubienne débute sous la forme d'une rigole qui apparaît entre les deux disques cartilagineux. Sur la coupe, on remarque une ligne de séparation entre deux disques, dont les surfaces sont dentelées. Devant et derrière la rigole, le tissu a subi une transformation qui consiste dans la présence d'une masse homogène dans les mailles du tissu conjonctif. Cette masse homogène contient de grandes cellules cartilagineuses, quoique ces dernières soient peu nombreuses.

A côté de la fluidification, Zulauf admet la *dégénérescence graisseuse* du fibro-cartilage intermédiaire.

Lafite-Dupont[4] étudie la morphologie du genou chez divers vertébrés ; il se fonde plutôt sur des considérations phylogéniques que sur les faits d'embryologie pour conclure : « La fente articulaire se développe au sein du tissu conjonctif par écartement de ses éléments, tout comme les alvéoles de ce tissu et les bourses séreuses ». Et ailleurs (*loc. cit.*, p. 69) : « Au début du développement phylogénique, ce n'était qu'une laxité du tissu cellulaire ».

A l'encontre de ces hypothèses, l'observation montre que dans les bourses muqueuses et les articulations, la cavité est précédée par du

1. *Anatomie des Menschen*, 1898, p. 81.
2. *Précis d'embryologie humaine*, 1898, p. 365.
3. Die Höhlenbildung im Symphysenknorpel, *Archiv f. Anatomie und Entwickelungsgeschichte*, 1901, p. 113.
4. *Morphologie générale de l'articulation du genou*. Thèse de Bordeaux, 1899, p. 72.

tissu conjonctif primordial dont l'évolution et la fonte déterminent la production d'espaces vides, puis, d'une cavité, sans écartement quelconque des éléments.

RICHARD SEMON[1] fait une étude de morphologie comparée des articulations qui offre un grand intérêt. Chez les Amphibiens urodèles, la phalange terminale des doigts est reliée à la précédente par un disque fibrocartilagineux (synarthrose ou plutôt amphiarthrose). Il en est de même pour les os du carpe et du tarse.

Chez les mêmes animaux, les *diarthroses* (cavité articulaire entourée d'une capsule fibreuse) existent à l'épaule, au coude, à la hanche, au genou.

Mais, sur la portion digitale intermédiaire, entre le genou ou le coude et le bout terminal des doigts, on observe des articulations mobiles de constitution différente : au centre de l'articulation se trouve une cavité articulaire; mais la capsule, au lieu d'être fibreuse, est *fibro-cartilagineuse*. Semon propose de donner le nom de *périarthrose* à cette variété articulaire.

Étudiant, en second lieu, l'articulation de la hanche d'un poisson dipnoïque (*Ceratodus Fosteri*), Semon constate que l'os coxal présente un renflement ou tête hémisphérique qui est reçu dans une cavité ou cotyle du fémur. Ces segments sont réunis par un *fibro-cartilage*; la portion centrale du fibrocartilage est creusée de nombreuses lacunes qui sont séparées par des travées fibreuses; en d'autres termes, les lacunes ne se sont pas encore réunies en une cavité unique.

Bien que Semon n'aborde pas le processus histogénétique, c'est-à-dire la part que prennent les cellules et la façon dont évolue le protoplasma, ses résultats phylogénétiques concordent avec mes observations ontogénétiques.

Le développement de la cavité articulaire, dit Semon (*loc. cit.*, p. 362), est dû à la confluence de lacunes (*Zusammenfliessen von Lücken*) qui apparaissent dans le cartilage fibreux de la périarthrose et qui aboutissent à la formation d'une cavité. Dans les diarthroses des mammifères, on observe parfois des cellules cartilagineuses entre les faisceaux conjonctifs de la synoviale.

Au point de vue phylogénétique, dit R. Semon (*loc. cit.*, p. 391), la diarthrose provient de la périarthrose et celle-ci de la synarthrose.

Dans l'ontogénèse, le stade périarthrose est sauté.

Malgré les soins que j'ai mis à abréger la littérature du développement de la cavité articulaire, la revue critique des diverses théories peut paraître longue et fastidieuse. J'aurais pu, il est vrai, procéder comme tant d'autres et donner un aperçu historique, clair et limpide. Au lieu de lire les travaux des auteurs, il eût suffi de les

1. Zur vergleichenden Anatomie der Gelenkbildungen bei den Wirbelthieren, *Festschrift zum siebenzigsten Geburtstag von Carl von Kupffer*, Iéna, 1899.

citer d'après quelque analyse écourtée ou d'élaguer tout ce qui ne rentre pas dans mon système. On fabrique ainsi des ouvrages dont la lecture est facile et attrayante comme celle d'un roman ; les citations, dont ils sont émaillés, leur donnent un faux air scientifique. Malheureusement, en les lisant, j'ai toujours été déçu; ce qui ne surprendra personne. A ne consulter que des analyses tronquées ou erronées, en dehors de toute observation, il me paraît difficile de se représenter, et, ensuite, de dépeindre la réalité.

Concluons : les premiers observateurs qui ont cherché les cavités articulaires chez les embryons, ont vu que ce sont des formations tardives ou au moins secondaires. Plusieurs ont signalé, à la place de la future fente articulaire, l'apparition d'un interligne clair, mais plein encore. La disparition de cet interligne est mise par les uns sur le compte des actions mécaniques; pour les autres, elle serait due à la fluidification de la substance muqueuse qui s'est accumulée entre les cellules.

Ce n'est qu'après avoir étudié le développement des bourses séreuses ou muqueuses (*Ce Journal*, 1896), que j'ai commencé à entrevoir les modifications protoplasmiques qui préparent la formation des cavités articulaires. Les faits que j'ai annoncés ont été confirmés par P. Domeny[1], qui a repris depuis cette époque le développement de plusieurs bourses muqueuses ou séreuses, en particulier celui de la *bourse prérotulienne* sur les fœtus humains et quelques embryons de lapin et de chien.

L'établissement de la fente articulaire est le fait d'une évolution particulière du tissu squelettogène ou conjonctif primordial. Celui-ci, constitué à l'origine comme le cartilage d'éléments à protoplasma commun, se transforme, au niveau de l'interligne futur, en tissu conjonctif réticulé à mailles pleines d'hyaloplasma. Ensuite, l'hyaloplasma se fluidifie; pendant quelque temps une sorte de gaze (tissu réticulé à mailles vides) continue à relier les segments en présence. Enfin, ces restes cellulaires s'atrophient eux-mêmes et leur place est occupée par une cavité qui, selon la région, sera muqueuse, péritendineuse ou articulaire. Le travail organique de tout un territoire cellulaire se caractérise par le ramollissement et la fluidification de ses divers éléments.

1. Entwickelung und Bau der Bursæ mucosæ, *Archiv f. Anatomie u. Entwickelungsgeschichte*, 1897, Anat. Abtheilung.

VII

DÉVELOPPEMENT DE LA CAPSULE, DES LIGAMENTS PÉRIARTICULAIRES ET DES MEMBRANES SYNOVIALES.

Il nous reste à suivre l'évolution de cette portion des disques intercartilagineux qui ne subit point la fluidification et qui ne contribue point à la formation de la cavité articulaire.

En ce qui concerne la portion toute périphérique, nous avons vu à diverses reprises qu'elle est continue avec le périchondre et constituée par du tissu squelettogène. Les éléments de ce dernier continuent de se multiplier abondamment par voie mitosique en gardant pendant longtemps la structure du tissu squelettogène ou tissu conjonctif primordial.

La figure XII et surtout la figure XIV montrent que les segments cartilagineux déjà séparés en certains points par la fente articulaire continuent à être reliés à la périphérie par un tissu à protoplasma commun qui ne diffère en rien de celui qui constitue à l'origine toute l'ébauche squelettogène. Ce tissu évolue lentement; les noyaux qui résultent de la division des noyaux primitifs prennent une forme allongée et peu à peu le protoplasma augmente et devient plus dense. A partir de ce stade, le protoplasma élabore des fibrilles collagènes, d'après un processus analogue à celui que j'ai décrit dans les tendons et les ligaments[1].

Avant d'aller plus loin, il nous faut examiner une question préliminaire.

Les vaisseaux qu'on aperçoit dans les disques ou segments intercartilagineux s'avancent-ils entre les surfaces articulaires? Comment interpréter l'origine des hématies dont nous avons constaté la présence dans la fente articulaire (voir p. 590)?

TOYNBEE[2] le premier, que je sache, observa dans la cavité articulaire du genou des jeunes sujets des vaisseaux sanguins qui s'avançaient entre les surfaces cartilagineuses.

1. Voir *Société de Biologie*, 1898, p. 577, et *Journal de l'Anatomie et de la Physiol.*, 1896, p. 273.
2. *Philosophical Transactions*, 1841.

Luschka[1] les retrouva sur le nouveau-né dans diverses articulations, alors que tout tissu conjonctif avait disparu entre les surfaces articulaires, complètement cartilagineuses. Donc la synoviale aurait une étendue plus grande dans le jeune âge que plus tard.

Les phénomènes évolutifs que j'ai observés moi-même dans le tissu des segments intercartilagineux sont absolument identiques à ceux que j'ai vus dans divers autres organes[2].

Le développement des capillaires sanguins n'est point le résultat d'un bourgeonnement de vaisseaux préexistants, d'une poussée vasculaire qui se ferait dans un tissu de dehors en dedans.

Dans un tissu cellulaire, une partie du protoplasma de certains éléments subit la fonte et fait place à la lumière du canalicule vasculaire. La portion périnucléaire du protoplasma et le noyau persistent à l'état de membrane ou paroi vasculaire.

Quant aux *globules rouges*, ils se forment également sur place; chez les embryons de mammifères, chez les ovipares et les mammifères anémiés, la portion périnucléaire du protoplasma cellulaire subit la transformation hémoglobique, tandis que la portion périphérique disparaît par fonte. De là la production d'*hématies nucléées*.

Chez les mammifères adultes et bien nourris, tout le protoplasma se fluidifie; le noyau seul devient hémoglobique et donne une *hématie sans noyau*.

Comme je l'ai indiqué (p. 584 et 590), ces phénomènes se produisent sur une grande échelle dans le tissu conjonctif au stade réticulé qui occupe la place du futur interligne. Que deviennent ces hématies ainsi formées? Je ne les ai pas vues dans l'intérieur de vaisseaux capillaires; car je n'ai jamais observé, en dehors de la membrane synoviale, de vaisseaux s'étendant dans la cavité entre les surfaces articulaires. Il est donc probable que ces hématies, libres dans la fente articulaire, se résorbent et disparaissent ainsi par atrophie.

Cependant il ne faudrait pas conclure de ces observations faites

1. *Die Halbegelenke des menschlichen Körpers*, 1858, p. 4.

2. Histogénèse du grand épiploon, développement des globules rouges et des capillaires, *Cinquantenaire de la Société de Biologie*, 1899.

Évolution du Cartilage transitoire, *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1900, p. 517.

Structure, développement et fonctions des ganglions lymphatiques, *ibid.*, 1901, p. 509.

sur les embryons que chez l'adulte on n'assiste pas à un processus analogue. Hammar (voir plus loin, p. 614) a toujours trouvé des hématies dans la synovie des animaux *adultes* et bien portants. Il est donc infiniment probable que les éléments de la face interne ou libre des membranes synoviales continuent à évoluer comme le fait le tissu qui précède la fente articulaire.

Passons maintenant à l'étude du tissu des disques intercartilagineux qui persiste entre la périphérie des surfaces articulaires d'une part, entre la capsule ou ligaments, de l'autre. Ce tissu sert, comme on sait, au développement des *membranes synoviales*. Nous faisons abstraction dans cette étude des articulations pourvues de ménisques. Sur les coupes longitudinales, l'ébauche de la synoviale se présente sous la forme d'un repli triangulaire dont la base est continue en dehors avec la face interne de la capsule, tandis que le sommet se prolonge plus ou moins loin entre les surfaces articulaires.

Comme je l'ai déjà noté (p. 588), sur les jeunes embryons, la membrane synoviale et ses prolongements sont constitués par du tissu conjonctif réticulé à mailles pleines d'hyaloplasma et contenant un riche réseau vasculaire. Sur les limites seulement de la cavité articulaire, on observe, dans la membrane synoviale, des parties formées de tissu réticulé à mailles vides.

Un peu plus tard (articulation radio-humérale d'un fœtus de lapin long de 5 cm. 5), on aperçoit des plis ou des franges dont la base s'implante sur la synoviale, tandis que le corps est libre dans la cavité articulaire. La structure de ces plis ou franges est celle du tissu réticulé à mailles en partie pleines, en partie vides d'hyaloplasma.

Comment se sont formés ces plis et ces franges? Leur présence dans les articulations embryonnaires et fœtales, leur persistance chez les adultes bien portants ne permettent pas de les considérer comme des productions pathologiques, comme le voulaient Hueter et Tillmanns.

D'autre part, ce ne sont nullement des bourgeons qu'émettrait la synoviale par prolifération active. En effet, les signes de la multiplication cellulaire, tels que les mitoses, font défaut à la face interne de la synoviale. Hagen-Torn invoque l'atrophie des vaisseaux embryonnaires, ce qui amènerait le plissement des parties. M. Renaut, au contraire, met le développement des plis et des franges sur le compte de la poussée vasculaire : les vaisseaux sanguins se multiplieraient sur certains points

et pousseraient des bourgeons vasculaires analogues à ceux qu'il suppose dans le développement des papilles.

Ces hypothèses sont aussi invraisemblables les unes que les autres et en contradiction avec les faits de structure et de développement. Rainey a montré, dès 1846 (voir Hammar, *loc. cit.*, p. 320), que les petites franges ou villosités synoviales sont privées de vaisseaux sanguin. Ces derniers ne peuvent donc être la cause de leur production.

Le développement établit péremptoirement que les plis et les franges de la synoviale ne sont que des portions du tissu intercartilagineux qui n'ont pas subi encore la liquéfaction. Lafite-Dupont[1] a raison de dire : « les franges synoviales sont les restes de la pièce intermédiaire. »

L'étude des articulations embryonnaires et fœtales ne confirme aucune des hypothèses précédentes. *Les plis et les franges de la synoviale ne sont que des traînées de ces disques intercartilagineux qui persistent en certains points et disparaissent dans d'autres par fonte cellulaire.*

Au milieu de la foule d'observations que j'ai faites à cet égard, j'en choisis un exemple typique pour montrer que les choses se passent, en réalité, comme je viens de l'énoncer.

Sur le fœtus de lapin long de 5 cm. 5, l'articulation radio-humérale possède une cavité périphérique complète, si ce n'est qu'elle continue à être traversée par une traînée de tissu réticulé à mailles vides et contenant de nombreux noyaux. L'épaisseur de cette traînée ne dépasse pas 10 μ. La fonte d'une *petite portion* ou le moindre mouvement auraient pour effet de déterminer la production de deux prolongements synoviaux. Après avoir observé de nombreux faits analogues sur des centaines de préparations que j'ai étudiées et en les comparant à l'évolution du tissu qui disparaît pour former la cavité articulaire, il me semble que les plis ne sont que des restes du disque primitif.

Des constatations semblables m'empêchent également d'accepter la théorie mécanique du développement des articulations. Si les mouvements de l'embryon, les compressions et les distensions répétées tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, étaient la cause déterminante de la formation des cavités articulaires ou de la synoviale, il est certain que la bride protoplasmique sus-mentionnée aurait été rompue depuis longtemps. Sa persistance est une preuve certaine que les contractions musculaires et les frottements n'ont

1. *Morphologie générale de l'articulation du genou*, Thèse de Bordeaux, 1899, p. 83.

rien à voir dans l'établissement des cavités articulaires ni des membranes synoviales.

Cependant la synoviale et ses plis ne persistent pas à l'état de tissu conjonctif à réticulum chromophile et à mailles pleines ou vides d'hyaloplasma. Ce tissu conjonctif présente ici une évolution analogue à celle qu'on observe dans d'autres régions. Par endroits, il élabore du tissu adipeux; d'autres fois, certaines cellules forment du cartilage; plus souvent encore, il devient fibreux ou bien se transforme en tissu conjonctif lâche.

Je n'ai nullement l'intention de poursuivre en détail l'histogénèse de ces diverses variétés de tissu conjonctif; un seul point mérite un examen plus approfondi : c'est la *valeur cellulaire* des éléments qui persistent à la surface de la membrane ou sur les plis ou franges de la synoviale. En pratiquant l'examen en surface des parties libres de la synoviale, on trouve en nombreux points des cellules serrées qui reproduisent une image rappelant une membrane épithéliale. On peut même réussir, avec une *solution de nitrate* d'argent, à déterminer l'apparition de lignes dont l'ensemble rappelle une surface endothéliale nitratée.

Cependant ce ne sont là que des apparences, comme le prouve l'examen des pièces bien fixées et bien colorées, et débitées en coupes sériées. Toutes les prétendues cellules endothéliales ou épithéliales sont unies entre elles et aux cellules sous-jacentes par des prolongements protoplasmiques hématoxynophiles ou thioninophiles (chromophiles). Les cellules superficielles ne diffèrent des profondes que par une surface unie, due à la disparition d'une partie du corps cellulaire. Ce sont des cellules sœurs des cellules profondes, mais elles ont perdu par fonte une portion protoplasmique. Ces cellules superficielles ne sont pas des cellules entières, mais des portions cellulaires. Tous les faits de développement le démontrent; leur surface devient libre à la suite d'un processus de liquéfaction identique à celui que j'ai décrit dans la formation des synoviales tendineuses[1].

Les éléments de la surface sont donc des portions de cellules mésodermiques, tandis que les cellules profondes sont des cellules entières. Ces dernières évoluent comme les cellules conjonctives : en certains points, l'hyaloplasma se convertit en fines fibrilles con-

1. *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1896, p. 273.

jonctives; en d'autres points (franges synoviales), il subit la transformation albumineuse ou muqueuse. Les fibrilles conjonctives peuvent plus tard disparaître par liquéfaction : c'est là ce qu'on a décrit sous le nom de fonte de la substance fondamentale servant à la formation de la synovie.

Les choses se passent ici comme dans les couches profondes du derme [1] où les faisceaux conjonctifs se transforment insensiblement en une masse amorphe, gélatineuse ou muqueuse. L'évolution du tissu de la synoviale n'est que la continuation des phénomènes que nous avons observés dans le disque intercartilagineux de l'embryon; le fait constant est la fonte de l'hyaloplasma (substance fondamentale ou fibrilles conjonctives), et la mise en liberté des restes cellulaires.

Ces notions d'histogénèse nous serviront à nous faire une idée sur la nature des synoviales qui ont été, de tout temps, un objet de discussion pour les anatomistes.

Il me semble que tout le monde est d'accord sur la structure de la portion profonde des membranes synoviales, qui est composée de fibres conjonctives serrées ou bien lâches et, dans ce dernier cas, cette couche profonde a été appelée « adventice » ou tissu conjonctif sous-synovial. C'est principalement la structure de la *couche superficielle ou interne* qui a été le point de départ des opinions les plus variées. J'ai donné l'historique de cette question dans le travail cité de 1896 (p. 275 et suivantes). Je me contente de rappeler les théories fondées sur l'examen histologique : pour la plupart des auteurs, la trame ne serait qu'une substance fondamentale composée de fines fibrilles conjonctives; MM. Herrmann et Tourneux, au contraire, regardent « la couche de revêtement comme formée d'une substance fondamentale, homogène, légèrement granuleuse, parfois striée ». Elle serait entièrement dépourvue de fibres lamineuses (conjonctives) et élastiques ainsi que de vaisseaux.

Dans cette substance fondamentale sont incluses des cellules conjonctives pour la plupart des histologistes, des cellules cartilagineuses modifiées pour Herrmann et Tourneux.

Pour ce qui est des cellules qui tapissent la surface libre de la synoviale, ce seraient des cellules *épithéliales*, ou *endothéliales*, ou

1. *Association des anatomistes*, 1[re] session, 1899, p. 15.

cartilagineuses formant un revêtement continu ou interrompu.

Les prolongements villeux, les franges synoviales et leurs appendices se distinguent la plupart par l'abondance des éléments cellulaires et la rareté ou la disparition même de la substance dite fondamentale. Ajoutons cependant qu'on observe des prolongements villeux, filiformes ou en massue, qui semblent constitués par une substance fibrillaire pauvre en éléments cellulaires. HAMMAR[1] a donné de beaux dessins pour les deux espèces sus-mentionnées de franges synoviales et de prolongements villeux (voir la planche XVIII du travail cité).

Le travail de Hammar est le plus complet qui ait paru sur la structure des membranes synoviales. Malheureusement il s'en tient à la conception classique du tissu conjonctif qui serait formé d'un réseau de cellules étoilées et anastomosées dont les mailles contiendraient une substance fondamentale molle ou consistante, amorphe ou fibrillaire. L'histogénèse nous oblige de regarder la *cellule conjonctive* des classiques, en ce qui concerne le tissu adulte, comme une portion seulement (noyau, portion périnucléaire avec ses prolongements chromophiles) de la cellule originelle. L'hyaloplasma, qui peut devenir muqueux ou fibrillaire, en fait partie au même titre que le protoplasma chromophile.

Les franges ou prolongements villeux de la synoviale ne sont que des lambeaux synoviaux qui n'ont pas encore subi la fonte ou liquéfaction. Les prolongements composés uniquement de cellules serrées sont des portions aux premiers stades de développement du tissu conjonctif; les prolongements dépourvus de cellules sont des tractus conjonctifs dont les restes cellulaires ont été mis en liberté et sont tombés dans la cavité synoviale ou articulaire à l'état de globules blancs. Il en va de même pour la *surface interne* ou libre de la synoviale : les portions nucléées et chromophiles semblent former un revêtement continu quand la fonte a fait disparaître l'hyaloplasma et les prolongements chromophiles du côté de la cavité. Si, au contraire, les portions chromophiles et nucléées se sont séparées de la synoviale, on aura une surface à peu près dépourvue de ces restes protoplasmiques à noyaux.

Chez l'embryon, l'hyaloplasma subit la transformation muqueuse

1. Ueber den feinern Bau der Gelenke, *Arch. f. mik. Anat.*, vol. XXXXIII p. 266, 1894.

quand les cavités articulaires s'établissent; plus tard, l'hyaloplasma des membranes synoviales élabore des fibrilles qui, il est vrai, se fluidifient également en certains points.

La connaissance de ces faits peut seule nous renseigner sur l'origine de la synovie. Il en est encore pour soutenir avec les anciens que la synovie, comme d'ailleurs tous les produits organiques, n'est qu'un transsudat du plasma sanguin. Celui-ci représente un modificateur des fluides et des humeurs qui ne sont en réalité que le produit de l'activité des tissus eux-mêmes. Mais quelle est la portion du tissu qui se liquéfie? Pour Virchow, la synovie résultait de la fonte de la substance intercellulaire (hyaloplasma ou fibrilles conjonctives). Henle, Cornil et Ranvier, Soubbotine, Schneidenmühl et d'autres regardent, au contraire, les restes chromophiles et nucléés qui tapissent la surface interne de la synoviale ou des prolongements villeux comme les véritables organes de la sécrétion de la synovie. Ces restes cellulaires joueraient le rôle de cellules glandulaires, et selon l'expression de Soubbotine, la synoviale serait une glande close.

Le développement nous a montré que la *première* synovie provient : 1° de la transformation muqueuse et de la liquéfaction de l'hyaloplasma et 2° de la mise en liberté des restes cellulaires.

Je suis donc de l'avis de Tillmanns et de Hagen-Torn, qui ont soutenu qu'outre les cellules, la substance fondamentale concourt à la formation de la synovie.

On oublie trop qu'à l'état adulte, les processus histologiques et vitaux ne sont que la continuation pure et simple des phénomènes embryonnaires. Que l'hyaloplasma soit amorphe ou qu'il ait pris la forme de fibrilles, son sort restera le même : il subira la fonte ultime, au même titre que toute substance vivante.

Quant à la substance chromophile, elle se transforme et montre des produits qui rappellent des formations glandulaires. Quelques exemples, que j'emprunte à l'excellent travail de Hammar : par places, dit cet auteur (*loc. cit.*, p. 298), il apparaît des granulations ou des grumeaux dans la substance chromophile des cellules superficielles des membranes et franges synoviales; en d'autres points, ce sont des vacuoles qui se développent aussi bien dans le corps cellulaire que dans le noyau. De quelque nom qu'on appelle ces granulations et ces vacuoles, qu'on y voie une sécrétion ou une dégénérescence, elles représentent une portion protoplasmique en voie de se transformer avant de se fluidifier.

D'après Ch. Robin[1] on trouverait 64 pour 1 000 de *mucosine* dans la synovie. Ce principe muqueux ne saurait être qu'un produit cellulaire. Hammarsten[2] a fait l'analyse chimique de ce principe qu'il appelle *nucléoalbumine*.

L'étude des éléments morphologiques de la synovie corrobore ces conclusions.

En effet, Hammar (*loc. cit.*, p. 874, pl. XXIV, fig. 5), examinant la synovie au microscope, y signale et figure : 1° des cellules réunies par des prolongements chromophiles anastomosés, 2° des cellules libres grandes et petites qui possèdent tous les caractères protoplasmiques et nucléaires de leucocytes. Nous avons vu (plus haut, p. 581) comment la fonte d'une portion du corps cellulaire conduit à la mise en liberté de ces éléments qui ne sont que des cellules tronquées. Hammar croit avoir observé sur la synovie fraîche de chien des mouvements amiboïdes sur certains de ces leucocytes.

J'ai montré ailleurs (*Ce journal*, 1901, p. 655) que ces prétendus mouvements amiboïdes ne sont que des déformations produites par le gonflement et la fonte progressive de certaines portions protoplasmiques.

Chez l'adulte comme sur l'embryon, la synovie résulte donc de la fluidification de certaines portions protoplasmiques des synoviales.

Les principes albuminoïdes voisins de la mucine que contient la synovie ne peuvent être élaborés que par le protoplasma cellulaire; mais placer l'unique origine de ces principes dans la substance chromophile des cellules superficielles, c'est méconnaître tous les faits embryologiques qui prouvent que les premières traces de synovie tirent leur origine de la fluidification de l'hyaloplasma. Il doit en être de même chez l'adulte. N'oublions pas néanmoins les nombreux vaisseaux des membranes synoviales; certes nous n'y voyons plus l'unique source de la synovie comme le voulait Bichat; mais ils exercent indubitablement une influence *secondaire* sur la nutrition de la membrane synoviale. Car, selon la nature et l'abondance des éléments nutritifs qu'ils y amènent, la synoviale subit une assimilation et une désassimilation différentes; d'où modification du produit.

Hammar (*loc. cit.*, p. 309 et 878) s'étonne de trouver *constamment* des hématies dans la synovie, malgré les précautions les plus minutieuses qu'il ait prises en ouvrant l'articulation de l'adulte.

1. Article Séreux du *Dictionnaire des sciences médicales*.
2. *Lehrbuch der physiol. Chemie*, 1891, p. 105.

« Cependant, ajoute-t-il (p. 309), je n'ai jamais constaté de signes d'atrophie dans les parois vasculaires des synoviales, ni de thrombose, ni d'autres altérations vasculaires. »

Bien que je n'aie pas étudié, au point de vue de l'hématopoièse, l'évolution du tissu de la synoviale adulte, il est probable, comme je l'ai déjà dit plus haut, que certains noyaux de ce tissu continuent, comme chez l'embryon, à subir la dégénérescence hémoglobique et à fournir des hématies qui tombent dans la cavité articulaire, après la fonte du corps cellulaire.

VII

Considérations théoriques.

Cette étude soulève plusieurs questions générales, entre autres celle de l'apparition et de l'alternance si régulière de segments durs et de cavités; celle de la part que prennent à l'édification des formes squelettiques d'une part l'hérédité et, de l'autre, les influences extérieures.

Les *nodules cartilagineux* sont élaborés par le tissu primordial à un âge de la vie embryonnaire où les influences extérieures n'ont pas eu le temps d'agir. Quant à la *fluidification* qui précède et détermine l'apparition des interlignes articulaires, elle se produit sur des embryons qui sont longs de quelques centimètres et dont les membres naissants atteignent une étendue de quelques millimètres. Dans ces conditions, les contractions musculaires, à supposer qu'il puisse s'en produire, sont incapables de donner lieu à des mouvements suffisants pour amener des fissures. Je ne puis donc me ranger à l'avis de Henke et Reyher et d'autres, qui invoquent l'action musculaire et les frottements consécutifs pour expliquer le développement de la fente articulaire.

Ainsi, en ce qui concerne l'apparition des segments cartilagineux et de la cavité articulaire des mammifères actuels, la cause prochaine de leur production est cet ensemble de propriétés (qualités et défauts) que le protoplasma embryonnaire tient de ses parents et que nous désignons sous le nom d'*hérédité*.

Nous sommes obligés de recourir à la même explication pour nous rendre compte de l'absence de cavité articulaire entre les

corps vertébraux cartilagineux qui, nous le savons, apparaissent dans une ébauche squelettogène identique à celle des membres. Malgré les mouvements précoces que les muscles périvertébraux impriment à la colonne vertébrale, les disques intervertébraux évoluent de façon à ne présenter ni fissure ni fente articulaire ; leur tissu se transforme, au contraire, en éléments fibreux ou fibro-cartilagineux.

Ce n'est pas à dire que les conditions de milieu et les influences mécaniques n'exercent une action manifeste sur les transformations de l'ébauche squelettogène. Ne voyons-nous pas dans les portions immobiles de la colonne vertébrale (la région sacrée des mammifères, par exemple), les mêmes disques intervertébraux passer du stade fibro-cartilagineux à l'état osseux? Il en résulte cette conclusion qu'une vertèbre sacrée, comparée à une vertèbre cervicale, possède, de plus que cette dernière, deux moitiés de disques intervertébraux. Ces deux vertèbres, quoique composées d'un même tissu et bâties sur un modèle identique, ne sont plus composées de parties similaires.

Il y en a pour me répondre que l'explication de ces faits est simple et connue depuis longtemps; le but du « dessein primitif » est dépassé; on peut toujours retrouver le *plan de l'unité de composition organique*. D'autres m'objecteront que les influences extérieures ont modifié le type originel en amenant des soudures, des coalescences, etc.

C'est là le langage des anatomistes qui se bornaient à étudier les formes adultes et qui se flattaient de retrouver, chez les divers êtres, une répétition d'une seule et même sorte d'organes plus ou moins modifiés.

Les os sont certes une partie importante du squelette; mais ils ne se développent pas chez tous les vertébrés; ils ne sont pas aussi constants que les segments cartilagineux. De plus, segments cartilaneux et osseux sont précédés par un tissu, l'*ébauche squelettogène*, qui est la souche commune des pièces dures et des parties molles du squelette.

L'étude de cette souche commune fournit des indications plus précieuses que la connaissance de l'un ou l'autre état consécutif.

La *charpente squelettogène* de l'avant-bras, par exemple, représente non seulement l'ébauche du radius et du cubitus, mais encore celle de la membrane interosseuse. Or, l'évolution de cette char-

pente varie selon les usages que l'animal fera du membre thoracique. Quand l'avant-bras est soumis à des mouvements de supination et de pronation, le cubitus et le radius qui s'y développent restent distincts et autonomes, tandis que la portion moyenne persiste à l'état membraneux (membrane interosseuse). Chez les animaux (*ruminants*, *solipèdes*) où les membres ne servent que de colonnes de sustentation, il en va de même pendant le jeune âge (cubitus et radius encore cartilagineux en partie); mais plus tard, la membrane interosseuse ou la partie moyenne de l'ébauche squelettogène s'ossifiera au même titre que les parties latérales. L'ébauche squelettogène *unique* redevient ici une pièce osseuse de nouveau *unique*, dans laquelle nous pouvons encore distinguer ce qui revient soit au cubitus, soit au radius, mais *par la pensée seulement*.

Le canon des didactyles et des monodactyles comparé au métacarpe ou au métatarse des tétradactyles et des pentadactyles prête à des considérations analogues.

Concluons : dès son apparition, l'ébauche squelettogène des extrémités diffère chez les mammifères actuels. Les variations acquises au cours des siècles sont transmises aux descendants. Selon l'usage que les ancêtres ont fait de leurs membres, les segments cartilagineux prennent, dès leur apparition, des rapports différents et acquièrent *tout de suite* des dimensions variables.

Si l'on observe des *segments homologues*, c'est-à-dire la répétition de pièces similaires dans le corps d'une seule espèce ou de plusieurs espèces, cela tient non seulement à une origine commune mais encore à un genre de vie qui nécessite la reproduction d'actes analogues.

Quand le milieu extérieur varie, ou bien lorsque la charpente squelettogène est soumise à des pressions ou des mouvements autres, l'évolution des tissus se fait dans un sens différent. Les mouvements maintiennent à l'état *fibreux* certaines portions des ébauches qui s'ossifient dans l'immobilité.

Les amphiarthroses et les périarthroses qu'on rencontre dans les membres des Amphibiens urodèles et dont j'ai parlé (p. 606) indiquent également que le milieu, et les mouvements spéciaux qu'il entraîne, déterminent une évolution spéciale des tissus.

Les éléments de l'ébauche squelettogène sont apparemment semblables; mais, de par l'hérédité, ils édifient une charpente qui, dès l'origine, prend une forme différente. Les pièces squelettiques qu'elle

produit plus tard se disposent autrement et subissent une évolution histogénétique variable selon le genre de vie et les influences mécaniques auxquelles elles sont soumises.

Conclusions générales.

1. *Ébauche squelettogène.*

L'axe des membres naissants de l'embryon (de mammifères) est occupé par une tigelle de tissu, composé de protoplasma commun à noyaux nombreux et serrés. Ce tissu ne résulte nullement de l'agglomération de cellules libres (indifférentes ou embryonnaires); il doit son origine à la division mitosique de cellules dont le protoplasma reste réduit autour des noyaux et ne présente aucune trace d'individualisation entre les noyaux adjacents. Comme ce tissu donnera naissance aux diverses parties du squelette (cartilage, cavités synoviales et membranes articulaires), il mérite le nom de *squelettogène*; mais, au point de vue de sa structure, il est essentiellement le même que celui qui forme l'ébauche ou les portions germinatives de nombre d'organes (amygdales, ganglions lymphatiques, etc.).

Le tissu squelettogène possède la configuration d'une tigelle arrondie et unique dans la région du bras; il se présente, à l'avant bras, sous la forme d'une lamelle aplatie dans le sens dorso-ventral. A la main, le tissu squelettogène se dispose, dès l'origine, en autant de rayons qu'il y aura plus tard de doigts cartilagineux.

Jusqu'au poignet, il n'est guère possible de distinguer des différences dans cette tigelle d'un mammifère à l'autre; mais à partir du poignet, la forme initiale varie selon le nombre des doigts propre à l'espèce. Chez les *pentadactyles*, l'ébauche squelettogène du *poignet* est aplatie dans le sens dorso-ventral, de sorte que son grand axe est transversal; si l'on passe aux tétradactyles, aux didactyles et surtout aux monodactyles, on assiste à la réduction du diamètre transversal du poignet et à l'augmentation de son diamètre dorso-ventral.

Tandis que chez les pentadactyles, les rayons squelettogènes se placent sur un plan frontal, on voit les doigts latéraux des tétradactyles et des didactyles prendre une disposition postérieure ou ventrale par rapport aux doigts médians et offrir un moindre accroissement que ces derniers. Chez les monodactyles, l'ébauche squelettogène des doigts latéraux occupe un plan postérieur et ne

dépasse point le niveau de la future extrémité inférieure ou distale du métacarpien principal.

En ce qui concerne les extrémités des membres, ni l'ébauche squelettogène, ni le squelette cartilagineux, ou osseux, ne passent, durant le développement individuel de chaque mammifère, par les stades évolutifs des ancêtres éloignés. Dans l'évolution normale, les dispositions présentées par les parents directs se transmettent seules, par hérédité, aux descendants.

Chez les mammifères à *doigts libres*, les dernières phalanges ne sont jamais, à aucun stade de développement, contenus dans l'expansion membraneuse de la palette primitive. La conception de la rame natatoire, complète jusqu'au bout des doigts, chez les embryons des mammifères à doigts libres, est aussi fantaisiste, que l'atrophie de cette prétendue membrane interdigitale.

Dans ce groupe de mammifères, la membrane intermétacarpienne ne dépasse pas le niveau où apparaît la base de la première phalange; le reste du squelette des doigts se développe par bourgeonnement du tissu squelettogène qui fait suite aux métacarpiens, tandis que le tissu intermétacarpien cesse de s'accroître dans l'intervalle des doigts.

Les membres abdominaux passent, si l'on fait abstraction de la forme et des connexions différentes des segments, par les mêmes phases évolutives.

2. *Articulations.*

Les nodules cartilagineux apparaissent, à une certaine distance l'un de l'autre, dans l'ébauche squelettogène des membres. Ils sont séparés, *à l'origine*, par des portions du même tissu squelettogène qui les a produits. Dans la suite, la plus grande partie de ces portions intermédiaires continue, quoique très *lentement*, à subir la même transformation cartilagineuse. Mais, avant qu'elle s'achève, avant que les cartilages d'encroûtement se forment à leurs dépens, une petite portion de ce tissu squelettogène, intermédiaire aux segments qui se suivent, évolue différemment : au point de rencontre même des segments squelettiques, le tissu squelettogène subit la transformation soit muqueuse, soit conjonctive réticulée, soit fibreuse. Au niveau du futur interligne, le tissu conjonctif réticulé devient muqueux, puis se fluidifie; autour de la fente articulaire, le tissu réticulé se vascularise et persiste à l'état de *mem-*

brane synoviale. Enfin, sur le pourtour des extrémités articulaires, le tissu squelettogène élabore des fibrilles collagènes et produit la capsule et les ligaments articulaires.

La première division du travail qui se fait dans l'ébauche squelettogène consiste donc dans le développement des *segments cartilagineux*. Le tissu *squelettogène* qui persiste dans leur intervalle et qui constitue les *segments intercatilagineux* se transforme ultérieurement soit en cartilage, soit en tissus conjonctifs dans l'ordre suivant : au *centre*, c'est-à-dire au *milieu* du segment ou disque, le cytoplasma commun évolue en tissu réticulé qui disparaît par fonte albumineuse ou muqueuse et par dégénérescence protoplasmique (*fluide synovial*, *leucocytes et hématies*), d'où apparition de la *fente articulaire*. Quant à la portion du cytoplasma commun qui revêt les extrémités articulaires, elle continue à se transformer en cartilage (*cartilage d'encroûtement*). Partout ailleurs, le tissu du segment inter-cartilagineux se convertit en tissu conjonctif réticulé, très vasculaire (*membrane synoviale*) et, en dehors de la synoviale, en tissu conjonctif fasciculé (*capsule et ligaments articulaires*) [1].

Explication des planches XII et XIII.

Fig. I. — Section oblique d'un embryon de lapin long de 1 centimètre (14e jour de la gestation) au niveau du membre thoracique droit coupé en long. — *mo*, moelle épinière; *s*, ganglion spinal; *ve*, corps vertébral; *mu*, ébauche des masses musculaires du membre thoracique; *sq*, ébauche squelettogène; *h*, foie.

Fig. II. — Coupe transversale de la palette thoracique droite du même embryon au niveau du futur avant-bras. — *a*, paroi abdominale; *h*, foie; *c*, portion cubitale du tissu squelettogène; *r*, portion radiale du même; *c* et *r* sont réunies par un pont du même tissu (future membrane interosseuse); *v*, *v*, deux capillaires longeant l'un le bord cubital, l'autre, le bord radial et représentant les futures artères cubitale et radiale. Sur la coupe, on voit un capillaire analogue longeant la membrane interosseuse (future artère axiale ou interosseuse) non représentée dans le dessin.

Fig. III. — L'une des dernières coupes transversales passant par le bout distal du même moignon. — *a*, *h* et *v*, *v* comme sur la fig. II; *c*, extrémité distale de l'ébauche squelettogène.

1. J'ai résumé les points essentiels du développement des articulations dans une note à la *Société de biologie* intitulée : Structure et évolution de l'ébauche squelettogène des membres des Mammifères. *C. R. Soc. de biologie*, 25 octobre 1902, p. 1149.

Fig. IV, V, VI et VII représentent des coupes transversales du membre thoracique droit d'un embryon de lapin long de 13 millimètres (16e jour de la gestation), à des niveaux différents. — La coupe IV passe par l'avant-bras au-*dessus* du poignet : *a*, paroi ventrale du corps ; *p*, face ventrale du moignon avec les ébauches des tendons fléchisseurs ; *d*, face dorsale avec les ébauches des tendons extenseurs ; *r*, portion radiale de l'ébauche squelettogène ; *c*, portion cubitale de la même ; *r* et *c* sont reliées par un pont de tissu squelettogène ; du côté *palmaire* de ce pont se trouve un large capillaire, ébauche de l'artère axiale ou interosseuse. — La coupe V passe au niveau du poignet ; *a*, paroi du corps ; *ca*, ébauche squelettogène du carpe ; *e*, tendons extenseurs ; *f*, tendons fléchisseurs ; *v*, *v*, capillaires du bord cubital et radial. — La coupe VI passe par la racine du métacarpe ; *e*, *f*, *v*, *v*, comme en V ; *m*, ébauche squelettogène du métacarpe. — La coupe VII passe par l'extrémité distale du métacarpe, même légende qu'en VI.

Fig. VIII. — Coupe longitudinale et frontale de la palette thoracique droite d'un embryon de cobaye long de 1^{cm},5 (25e jour de la gestation). — *r*, radius cartilagineux ; *ca*, ébauche squelettogène du carpe ; *m*, ébauche squelettogène du métacarpe.

Fig. IX. — Portion de la fig. VIII, mais à un grossissement plus fort. — *1*, tissu squelettogène d'un métacarpien ; *2*, tissu clair, intermétacarpien.

Fig. X. — Section longitudinale et dorso-palmaire de la région du coude d'un embryon de mouton long de 3 centimètres. — *h*, humérus ; *r*, radius ; *c*, cubitus. — *1*, *2*, tissu clair, intermédiaire entre les segments cartilagineux en présence ; *3*, précartilage (le futur cartilage d'encroûtement).

Fig. XI. — Tissu intermédiaire entre l'humérus et le cubitus, de la fig. X vers 1. — *1*, tissu réticulé à mailles pleines ; *2*, précartilage ; *e*, cartilage jeune ; *f*, cartilage à substance fondamentale abondante.

Fig. XII. — Tissu intermédiaire de la fig. X entre 1 et 3, à un grossissement plus fort. — *1*, espace en partie vide ; *2*, traînée d'éléments chromophiles avec quelques leucocytes.

Fig. XIII. — Section de deux segments cartilagineux du tarse d'un embryon de cheval long de 4^{cm},5. — La section passe à la superficie de façon à comprendre le ligament intercartilagineux (*d*) ; *c*, *c*', cartilage épithélioïde.

Fig. XIV. — Section longitudinale et dorso-palmaire d'une patte thoracique du même embryon de cheval long de 4^{cm},5. — A première vue, on reconnait tous les segments cartilagineux qui ont déjà une forme qui se rapproche de celle de l'adulte ; il m'a semblé inutile de *les numéroter* (voir d'ailleurs, le texte, p. 583 et suivantes).

Fig. XV. — Portion du segment intercartilagineux (entre le métatarsien et le nodule de la 1re phalange d'un embryon de cobaye long de 17^{mm} (28e jour de la gestation). Immersion Zeiss 2^{mm} et oc. 6.

Fig. XVI. — Cartilage au stade réticulé du nodule de la 1re phalange du même ; même grossissement.

ÉTUDE ANATOMIQUE DU COBAYE

(*CAVIA COBAYA*)

Par le D[r] ALEZAIS

(*Suite et fin* [1].)

Obturateur interne. — De ses insertions ordinaires sur la face interne de la membrane obturatrice et le pourtour du trou obturateur, le muscle se dirige vers le bord supérieur de l'os iliaque : son tendon aplati se réfléchit sur l'encoche qui suit l'épine sciatique (fig. XLV) pour se porter transversalement vers le grand trochanter. Après avoir reçu quelques fibres des jumeaux, il s'unit à leurs tendons et se fixe dans la dépression qui est creusée sur la face interne du grand trochanter (fig. L, A, 17).

Jumeaux pelviens (fig. XLVIII, 5). — Le volume des deux jumeaux est à peu près égal. L'antérieur s'insère au-dessus de la cavité cotyloïde, sur la partie du bord supérieur de l'os iliaque qui s'étend de l'épine sciatique au petit fessier (XLVIII, 3′) : le postérieur se fixe au delà de l'encoche sciatique sur la branche horizontale de l'ischion. Leur séparation n'est pas complète et l'insertion de leurs fibres se continue sur le pourtour de l'encoche au-dessous du tendon réfléchi de l'obturateur (fig. XLV, 10).

Les fibres du jumeau antérieur sont presque transversales et s'appliquent sur la capsule coxo-fémorale : celles du jumeau postérieur sont obliques en avant et en dehors. Quelques-unes des fibres des jumeaux se jettent sur le tendon de l'obturateur, la plupart se terminent sur leurs tendons respectifs qui, après avoir côtoyé celui de l'obturateur, s'unissent à lui et partagent son insertion.

Carré crural (fig. XLIX, 11). — De forme conoïde, il naît de la face externe de l'ischion suivant deux lignes qui se réunissent à

1. Voir le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* du 15 novembre 1898, du 15 mai 1899, du 15 novembre 1900, du 15 janvier et du 15 mai 1901.

angle droit au sommet de la tubérosité. L'une suit le bord supérieur de la branche horizontale; l'autre le bord postérieur de la branche verticale. Les fibres, en partie recouvertes par le petit adducteur, convergent en avant et en dehors et se fixent par un tendon à la partie inférieure du bord postérieur du grand trochanter, au-dessus du petit trochanter. Le carré crural recouvre l'obturateur externe et longe le jumeau postérieur.

Obturateur externe. — Il s'insère sur la moitié inférieure ou ischio-pubienne du trou obturateur : ses fibres restent limitées à la concavité du pourtour osseux et n'empiètent pas sur la face externe de l'os (fig. XLIX, 7). Il forme une masse allongée en avant et en dehors qui se termine sur un petit tendon apparaissant sur la face externe du muscle et se fixe au-dessous de l'obturateur interne, dans le fond de la cavité digitale du grand trochanter. Les fibres antérieures contournent la partie postérieure de la capsule coxo-fémorale. Sa face superficielle est en rapport, en haut, avec le carré crural, en bas, avec le petit adducteur (fig. XLIX, 6), le moyen adducteur et le pectiné.

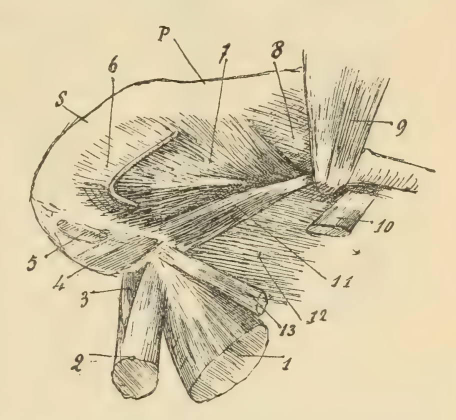


Fig. XLIX. — *Muscles pelvi-trochantériens du Cobaye; face externe du pubis et de l'ischion, la cuisse est en abduction forcée.* Grandeur naturelle. 1, Chef ischiatique du biceps; 2, Chef ischiatique du demi-tendineux; 3, Son chef sacré; 4, Insertion iliaque du demi-membraneux; 5, Son faisceau inférieur; 6, Petit adducteur; 7, Obturateur externe; 8, Capsule coxo-fémorale; 9, Psoas-iliaque; 10, Tendon du petit adducteur; 11, Carré crural; 12, Chef sacré du biceps; 13, Ischio-condylien; P, Branche pectinéale du pubis; S, Branche horizontale du pubis.

Pyramidal. — Le *pyramidal* s'insère sur la face ventrale de la 2e et d'une partie de la 1re et de la 3e vertèbre sacrée. Cette surface d'insertion est très étroite et le corps charnu est presque tout entier extra-pelvien. Le bord antérieur du muscle répond au petit fessier auquel il serait uni (Parsons); son bord postérieur croise l'ischio-sacro-coccygien, qui ferme en arrière l'échancrure sciatique, et il est recouvert par le bord postérieur du moyen fessier dont il suit la direction. La face ventrale est appliquée sur le grand nerf sciatique.

Les fibres postérieures du muscle sont transversales : les antérieures sont obliques en arrière et en dehors : elles se réunissent sur un large tendon qui seul est étroitement soudé au bord postérieur du tendon du petit fessier et s'insère avec lui à la partie supérieure de la face interne du grand trochanter, au-dessus de la cavité digitale (fig. L, A, 1).

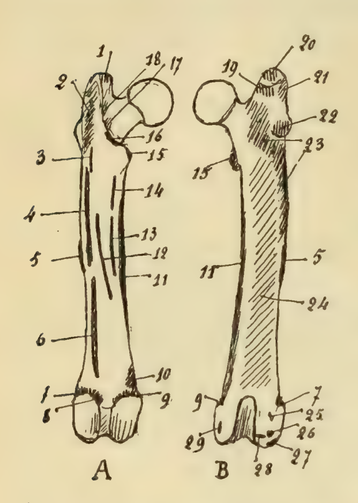


Fig. L. — *Fessier gauche du Cobaye : insertions musculaires.* Grandeur naturelle. A, Face postérieure; B, Face antérieure. A : 1, Pyramidal; 2, Moyen fessier; 3, Petit adducteur; 4, Grand adducteur, portion supérieure; 5, Grand fessier; 6, Grand adducteur, portion tendineuse ou inférieure; 7, Jumeau externe; 8, Plantaire grêle; 9, Jumeau interne; 10, Ischio-condylien; 11, Vaste interne; 12, Moyen adducteur; 13, 14, Pectiné; 15, Psoas-iliaque; 16, Carré crural; 17, Obturateur interne; 18, Obturateur externe; B : 19, Faisceau sciatique du petit fessier; 20, Petit fessier; 21, Moyen fessier; 22, Scansonies; 23, Vaste externe; 24, Crural; 25, Biceps; 26. Ligament latéral externe du genou; 27, Poplité; 28, Extenseur commun des orteils; 29, Demi-membraneux.

Ischio-sacro-coccygien (fig. XLVIII, 7). — Les ligaments sacro-sciatiques sont remplacés par un plan de fibres musculaires étendues d'une lèvre à l'autre de l'espace étroit qui sépare le rachis sacro-coccygien de l'os iliaque. L'insertion des fibres charnues commence sur le bord externe de la 3e vertèbre sacrée et s'étend jusqu'à la 1re vertèbre coccygienne. Les fibres, obliques en dehors et un peu en arrière, s'insèrent sur l'os iliaque depuis le niveau du bord antérieur de la cavité cotyloïde jusqu'à la tubérosité de l'ischion. Au niveau de l'encoche sciatique, elles s'insèrent sur une bandelette fibreuse qui la transforme en trou.

Muscle abducteur de la queue (fig. XLVIII, 7'). — Le *muscle abducteur de la queue*, qui est le seul muscle du rachis caudal bien développé, forme un faisceau oblique en arrière et en dedans, qui s'insère, d'une part, sur la face interne de la tubérosité de l'ischion, au-dessous de l'ischio-sacro-coccygien et de l'autre sur le bord des deux ou trois premières vertèbres coccygiennes.

2° Cuisse.

Quadriceps fémoral (fig. XXXVI, 8). — Les quatre portions du

quadriceps fémoral sont bien développées et assez nettement distinctes.

Le *droit antérieur*, fusiforme, volumineux, occupe le bord antérieur de la cuisse (fig. XLVIII, 13'). Son extrémité distale est recouverte par le vaste externe : il est longé en avant et croisé en dehors par le tenseur du fascia lata.

Il s'insère sur l'os iliaque par deux tendons assez courts, mais bien distincts [1] : l'un se fixe au *tubercule du droit antérieur*, tubercule saillant qui est situé au-devant de la cavité cotyloïde (fig. XLV, 8, 9), l'autre sur la partie antéro-supérieure du sourcil cotyloïdien.

Les deux tendons sont plats, résistants et s'unissent après un court trajet pour donner une lamelle fibreuse qui se prolonge dans le corps du muscle. Le tendon inférieur commence dès la partie supérieure du muscle, sous la forme d'une lame aponévrotique qui couvre sa face postérieure ; les fibres charnues l'accompagnent jusqu'à son insertion sur la rotule. Il se retrécit à ce niveau, mais représente encore une lamelle nacrée qui prend attache sur la face antérieure de l'os près de son extrémité proximale.

Le *vaste externe*, beaucoup plus considérable que le vaste interne, s'insère sur le bord antérieur du grand trochanter et la lèvre antérieure de la crête externe (fig. L, B, 23). Son insertion passe au-dessous du tubercule du scansorius et se termine au niveau de l'insertion du grand fessier sur le troisième trochanter. Le corps charnu est uni à la partie supérieure du crural. Il longe d'abord le droit antérieur ; vers le bas de la cuisse il se porte au-devant de lui, le recouvre entièrement et arrive au contact du vaste interne (fig. LI, 1). Le vaste externe reste indépendant du droit antérieur jusqu'à son insertion distale. Celle-ci est formée de fibres tendineuses qui s'unissent au bord externe du tendon du droit antérieur, d'une lamelle aponévrotique qui se fixe au-devant de lui à la rotule et de fibres charnues qui s'implantent sur la moitié supérieure du bord externe de la rotule.

Le *vaste interne* se fixe au bord interne du fémur, au-devant des adducteurs, depuis le petit trochanter jusqu'à l'extrémité inférieure de l'os (fig. L, 11) : il est séparé du crural par une bande osseuse privée d'insertions musculaires. Il reste charnu jusqu'à son insertion dis-

1. D'après Parsons, les deux tendons du droit antérieur seraient peut-être plus distincts chez les Hystricidés, moins chez les Sciuridés, *loc. cit.*, 1894, p. 287.

tale, qui se fait en partie au bord interne du tendon du droit antérieur, en partie à la moitié supérieure du bord interne de la rotule.

Le *crural* naît de la face antérieure du fémur sur toute sa longueur. En dedans, il est séparé du vaste interne par une bande osseuse; en dehors, il se fusionne avec la moitié supérieure du vaste externe. L'interstice qui sépare les deux muscles ne devient apparent que dans leur moitié inférieure. Sa face antérieure est couverte dans sa portion distale par une lame aponévrotique qui se condense au-dessus de la rotule en un tendon plat fixé au bord supérieur de l'os et accompagné sur les côtés par des fibres charnues également insérées à la rotule. L'insertion du crural est indépendante des autres portions du quadriceps.

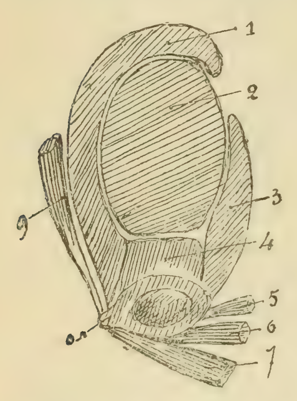


Fig. LI. — *Coupe transversale du quadriceps fémoral du Cobaye au tiers moyen de la cuisse.* 1, Vaste externe; 2, Droit antérieur; 3, Vaste interne; 4, Crural; 5, Pectiné; 6, Moyen adducteur; 7, Grand adducteur; 8, Troisième trochanter; 9, Grand fessier.

Le sous-crural est peu distinct.

En résumé, la rotule présente les insertions suivantes : vers le milieu de sa face antérieure, le tendon du tenseur du fascia lata, mince et peu résistant; au-dessus, la lamelle aponévrotique du vaste externe; plus haut et près du bord supérieur, le tendon du droit antérieur large et nacré, recevant en dehors les fibres tendineuses du vaste externe, en dedans les fibres charnues du vaste interne; sur le bord supérieur, le tendon et les fibres charnues du crural; sur les côtés les fibres charnues des deux vastes qui ne descendent pas au-dessous du milieu de la rotule; sur le bord inférieur, le puissant *ligament rotulien* (fig. XXXVII, 11) qui se fixe d'autre part à la tubérosité antérieure du tibia.

Droit interne. — Quand on enlève la peau de la région interne de la cuisse, on trouve, recouvrant les muscles de la couche profonde, deux larges bandes musculaires étendues de l'os iliaque à la partie interne du genou. Ce sont les deux portions du *droit interne* (fig. XXXVI, 1, 1′) qui sont tout à fait indépendantes chez le Cobaye. D'après Parsons, elles sont plutôt fusionnées chez les Sciuromorphes et séparées chez les Hystricomorphes.

La portion antérieure, plus large que la postérieure, s'insère à

la crête pectinéale; l'insertion commence au-devant de l'éminence ilio-pectinée (fig. XLV, 20, 21) et se termine à l'angle du pubis. L'extrémité proximale du muscle est en rapport avec les muscles de l'abdomen qui retombent sur sa face superficielle; son extrémité distale est croisée par la veine et le nerf saphènes internes. Le bord supérieur, tendineux près de son origine iliaque, répond au psoas-iliaque et au quadriceps. Le bord inférieur, d'abord accolé à la portion postérieure du muscle, s'en éloigne bientôt et laisse voir le demi-membraneux (fig. XXXVI, 6).

Le muscle se termine sur un tendon membraneux qui se fixe au bord interne de la rotule, du ligament rotulien et à la partie supérieure du plateau interne du tibia (fig. XXXVI, 1). Cette large insertion membraneuse couvre l'extrémité du vaste interne, la partie latérale interne de l'articulation du genou dont elle forme une membrane de renforcement, le tendon de l'extenseur des orteils et la partie supérieure de l'insertion du demi-membraneux.

L'insertion iliaque de la portion postérieure du droit interne continue jusqu'à l'angle ischio-pubien, le long de la symphyse, l'insertion de la portion antérieure. Le corps charnu, aplati, couvre le demi-tendineux et le demi-membraneux qui ne tardent pas à apparaître sur ses bords, et il vient s'insérer par de courtes fibres tendineuses à la tubérosité antérieure du tibia. Le bord postérieur de l'adducteur adhère à l'expansion membraneuse que le demi-tendineux envoie à l'aponévrose de la jambe.

Adducteurs. — Les *adducteurs*, au nombre desquels compte le pectiné, sont généralement assez difficiles à homologuer chez les Rongeurs avec les divisions qu'ils présentent chez l'homme (Parsons). Toutefois, on trouve chez le Cobaye, au-dessous du droit interne, un premier plan formé de trois muscles qui représentent, en allant d'avant en arrière, le pectiné, le moyen adducteur, et le grand adducteur, et plus profondément un quatrième muscle qui est le petit adducteur. Le grand adducteur est divisé en deux portions indépendantes, la portion fémorale et la portion condylienne.

Le pectiné (fig. XXXVI, 2) se fixe par un tendon étroit à l'éminence ilio-pectinée. Le corps charnu, triangulaire, est recouvert par le bord supérieur du droit interne : il descend le long du fémur et, après avoir croisé la partie antérieure de l'articulation coxo-fémorale et l'insertion du psoas-iliaque, il s'élargit, s'aplatit d'avant en arrière et s'insère par des fibres aponévrotiques à la face

postérieure du fémur depuis le niveau du petit trochanter jusqu'au milieu de la diaphyse (fig. LII, 2).

Le *moyen adducteur* (fig. XXXVI, 3), plus large que le pectiné derrière lequel il est placé, se fixe par implantation directe des fibres sur le tiers moyen de la crête pectinéale, au-dessous de la portion antérieure du droit interne (fig. LII, 1).

Aplati de dedans en dehors dans sa moitié proximale, il s'aplatit d'avant en arrière dans sa moitié distale qui s'insère derrière le pectiné aux deux quarts moyens de la face postérieure du fémur (fig. L, 12). Les vaisseaux fémoraux contournent son extrémité distale pour devenir poplités.

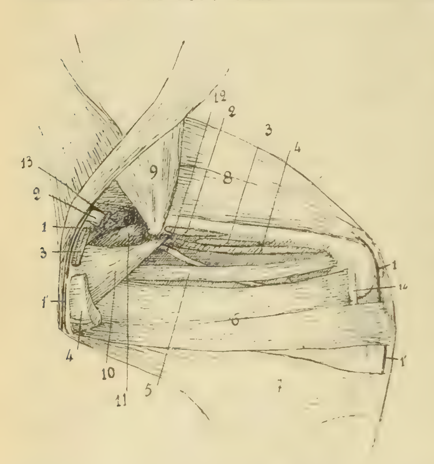


Fig. LII. — *Face interne de la cuisse : couche profonde :* 1, 1, Insertion de la portion antérieure du droit interne; 1', 1'. Insertions de la portion postérieure du droit interne; 2, 2. Pectiné; 3, 3, Moyen adducteur; 4, 4, Grand adducteur; 5, Ischio-condylien; 6, Demi-membraneux; 7, Demi-tendineux; 8, Quadriceps fémoral; 9, Psoas-iliaque; 10, Petit adducteur; 11, Obturateur externe; 12, Nerf sciatique; 13, Capsule de l'articulation coxo-fémorale; 14, Ligament latéral interne du genou.

Petit adducteur (fig. LII, 10). — De forme triangulaire, il est en partie recouvert par le moyen et le grand fessier (LII, 3, 4). Ses fibres s'implantent en demi-cercle sur la face externe de la branche horizontale du pubis et de la branche descendante de l'ischion. Elles commencent au-devant du bord postérieur du moyen adducteur et se terminent près du bord postérieur du grand. Le corps charnu couvre l'obturateur externe (LII, 11). Son sommet croise le carré crural et se termine sur un tendon plat qui contourne le petit trochanter et se fixe à la partie la plus élevée de la crête externe du fémur au-devant du bord supérieur du grand adducteur (fig. L, A, 3).

Le *grand adducteur* est divisé en deux portions, toujours indépendantes chez le Cobaye.

La portion *fémorale* (fig. XXXVI, 4) s'insère sur la face externe de la branche ischio-pubienne, par implantation directe des fibres charnues le long de la symphyse pubienne et sur la branche ascen-

dante de l'ischion, par un long tendon nacré sur les côtés de l'angle sous-pubien. Son insertion est recouverte par la portion postérieure du droit interne (fig. XLV, 16, 17). Le corps musculaire est épais : il se porte en bas et en avant, derrière le moyen adducteur, pour s'insérer à toute la longueur du bord externe du fémur (fig. L, 4, 6). Sur quelques sujets, cette masse charnue peut être décomposée en deux portions. Les fibres qui naissent du tendon sous-pubien forment un faisceau volumineux destiné à l'extrémité inférieure de la diaphyse fémorale (fig. LIII, 6, 7), mais souvent cette séparation est artificielle.

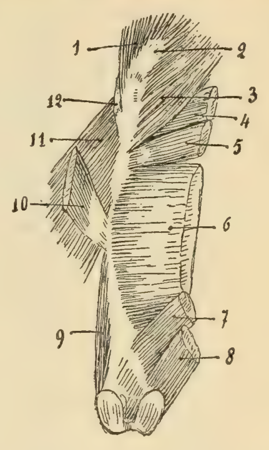


Fig. LIII. — *Face postérieure du fémur chez le Cobaye; muscles adducteurs.* Grandeur naturelle. 1, Insertion du moyen fessier, faisceaux antérieurs; 2, Son tendon supérieur ou principal; 3, Ses faisceaux postérieurs; 4, Carré crural; 5, Petit adducteur; 6, Grand adducteur, faisceau supérieur de la portion fémorale; 7, Faisceau inférieur ou tendineux de cette même portion; 8, Ischio-condylien; 9, Crural; 10, Tendon du grand fessier; 11, Vaste externe; 12, Tendon du scansorius.

La portion *condylienne*, ou *muscle ischio-condylien* (fig. LII, 5), prend naissance sur l'ischion par un tendon qui s'implante sur la partie antérieure du tendon du biceps (fig. XLIX, 13). Elle se porte presque verticalement vers le condyle interne du fémur et se fixe sur le tubercule de ce condyle, au-dessus du jumeau interne. Elle est croisée en dedans par la portion fémorale du grand adducteur et répond en dehors au biceps dont la sépare le grand nerf sciatique (fig. LII, 5).

L'union de l'ischio-condylien avec le biceps est assez rare. Ce muscle variable peut naître aussi des vertèbres caudales, ou s'unir, lorsqu'il vient de l'ischion, soit aux adducteurs, soit au demi-tendineux. Mais l'étude de plusieurs types d'Insectivores a permis à Leche d'établir sa parenté avec le demi-membraneux, d'où le nom de *présemimembraneux* que lui donnent les Allemands [1].

Parsons [2] a également trouvé dans l'étude des Rongeurs une intéressante série de types de transition dans laquelle on voit l'ischio-condylien se détacher graduellement du demi-membraneux, auquel

1. Alezais. Contribution à la Myologie des Rongeurs, 1900, p. 278.
2. *Loc. cit.*, p. 286.

il appartient tout d'abord, et se fusionner peu à peu avec le grand adducteur. Chez Cœlogenys, ce faisceau fait corps avec le demi-membraneux; chez Sphingurus, leur origine est commune, mais leur séparation immédiate; chez Hystrix, l'origine des deux muscles est distincte; chez Sciurus, l'ischio-condylien est confondu avec le grand adducteur. Cette fusion, toutefois, ne modifie pas son innervation qui continue à être fournie, comme celle du demi-membraneux, par le grand nerf sciatique, et ainsi se trouve expliquée la dualité nerveuse bien connue que présente le grand adducteur dans les espèces où ses deux portions sont confondues. Chez l'homme, la presque totalité du muscle reçoit ses filets nerveux de l'obturateur, mais les faisceaux internes qui représentent l'ischio-condylien sont innervés par une petite branche du sciatique.

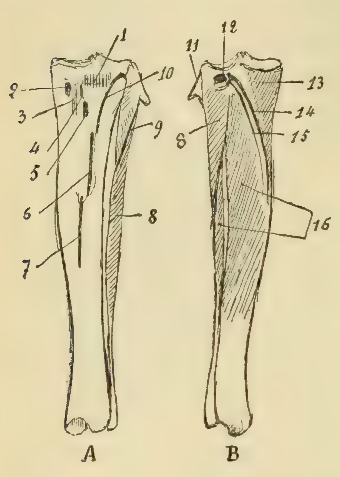


Fig. LIV. — *Tibia et péroné gauche du Cobaye : insertions musculaires.* Grandeur naturelle, A. Face antérieure; B. Face postérieure. — 1. Ligament rotulien; 2, Demi-membraneux; 3, Ligament latéral interne du genou; 4, Droit interne, portion supérieure; 5, Demi-membraneux; 6, Droit interne, portion inférieure; 7, Demi-tendineux; 8, Péroniers; 9. Extenseur du gros orteil; 10, Tibial antérieur; 11, Biceps; 12, Soléaire; 13, Poplité; 14, Fléchisseur tibial; 15, Tibial postérieur; 16, Fléchisseur péronier.

Biceps fémoral (*Ischio-sacro-tibial antérieur* des hippologistes). — Le *biceps fémoral*, comme le demi-tendineux et le demi-membraneux, est développé chez le Cobaye. Ces trois muscles envoient sur les côtés de la jambe, le premier sur la face externe, les deux autres sur la face interne, des expansions musculaires à l'aponévrose jambière, qui descendent au-dessous du mollet et forment en s'appliquant l'une contre l'autre le creux poplité, en même temps qu'elles lui donnent une grande profondeur.

Le biceps n'a pas d'insertion fémorale. Il présente deux chefs très épais, l'un d'origine sacrée, l'autre d'origine ischiatique. Le premier (fig. LII, 8) s'insère sur la crête sacrée et la face profonde de l'aponévrose du grand fessier : il s'avance en pointe entre la ligne médiane et le moyen fessier. Le corps charnu se porte en bas et en arrière, contourne le grand trochanter et descend derrière le

fémur en se rétrécissant. Il se termine en dehors du genou sur un tendon qui s'unit au chef ischiatique. Au niveau du grand trochanter, le bord antérieur du biceps répond au nerf sciatique.

Le chef ischiatique naît de la tubérosité de l'ischion par un puissant tendon qui est accolé à celui de l'ischio-condylien et qui donne quelques fibres au demi-tendineux. Recouvert dès l'origine de fibres charnues sur sa face dorsale, il donne naissance à un muscle épais qui s'élargit considérablement en se portant vers la jambe. Il est accolé en avant à la portion sacrée du biceps, en arrière au demi-tendineux dont il est assez difficile de le séparer au premier abord.

Les fibres antérieures forment une bandelette rectangulaire qui s'insère avec le chef sacré sur les côtés du genou : ses fibres postérieures s'épanouissent en éventail sur les côtés de la jambe et descendent au-dessous du mollet. Elles se perdent sur l'aponévrose jambière.

L'union des deux chefs se fait à une petite distance du genou par l'insertion de quelques fibres du chef ischiatique sur le tendon sacré et par une expansion de ce dernier qui, croisant la face interne du chef ischiatique à laquelle elle est soudée, s'insère avec ses fibres inférieures au péroné. L'insertion fémoro-tibiale du biceps est divisée en deux portions par le tendon de l'extenseur commun des orteils qui remonte jusqu'au condyle externe. La partie supérieure ou *prétendineuse* comprend le chef sacré et la moitié supérieure du chef ischiatique. Elle passe sur le tendon de l'extenseur et se fixe sur le condyle externe au-dessus du jumeau et sur le bord de la rotule au-dessous du vaste externe. La partie inférieure ou *rétro-tendineuse* se fixe au plateau externe du tibia et à la tête du péroné.

Demi-tendineux (*Ischio-sacro-tibial postérieur*). — Le *demi-tendineux* a, comme le biceps, chez le Cobaye et la plupart des Rongeurs, une double insertion ischiatique et sacrée (fig. LV, 2, 3). Le *chef sacré* s'insère, derrière le biceps, sur le sacrum et les premières vertèbres coccygiennes. Cette lame musculaire épaisse, qui forme le bord postérieur de la cuisse, ne tarde pas à recevoir sur sa face profonde un gros faisceau charnu né de la tubérosité de l'ischion en s'implantant sur le bord postérieur du tendon du biceps. Le demi-tendineux se place en dedans du biceps; il est recouvert en dedans par le demi-membraneux. Il aborde la jambe vers le milieu

de sa face interne et envoie à l'aponévrose jambière une expansion charnue qui descend au même niveau que l'expansion du biceps. Les fibres antérieures se réunissent sur une lamelle fibreuse étroite qui s'insère sur la tubérosité antérieure du tibia, au-dessous de la portion postérieure du droit interne (fig. LIV, 7).

DEMI-MEMBRANEUX. — Le *demi-membraneux* est formé de deux portions qui ne sont unies qu'à leur insertion fémoro-tibiale. La

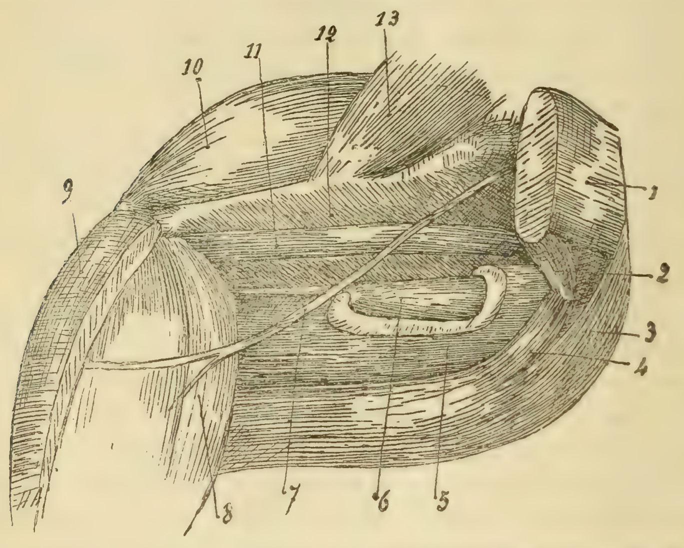


Fig. LV. — *Face externe de la cuisse gauche du Cobaye après ablation du biceps.* Grandeur naturelle. — 1, Chef sacré du biceps fémoral légèrement relevé ; 2, Son chef ischiatique ; 3, Chef sacré du demi-tendineux ; 4, Son chef ischiatique ; 5, Demi-membraneux échancré pour laisser voir l'ischio-tibial ; 6, 7, Nerf sciatique ; 8, Jumeaux cruraux ; 9, Portion jambière du biceps ; 10, Quadriceps fémoral ; 11, Ischio-condylien ; 12, Grand adducteur ; 13, Grand fessier.

plus importante, ou demi-membraneux proprement dit (fig. LV, 5), naît de la face externe de la branche ischio-pubienne (fig. XLV, 14). Le corps charnu, assez volumineux, aplati transversalement, est disposé sur son bord antérieur en gouttière pour loger la seconde portion, ou *ischio-tibial*. Celui-ci naît de la face externe de l'ischion (fig. XLV, 15), au-devant de la partie inférieure du demi-membraneux. Son corps charnu, transversalement aplati (fig. LV, 6), se rétrécit et se termine sur un long tendon nacré qui se dégage de la gouttière demi-membraneuse près du genou et chemine au-devant d'elle.

Au niveau de la face interne de l'articulation, ce tendon se fixe

au tibia, derrière le ligament latéral interne (fig. LVI, 2). Il reçoit quelques fibres du demi-membraneux (fig. LVI, 3) qui s'implantent en barbes de plume sur son bord postérieur. Le reste du muscle se fixe soit au tibia au-dessous de lui (fig. LVI, 10), soit au fémur, der-

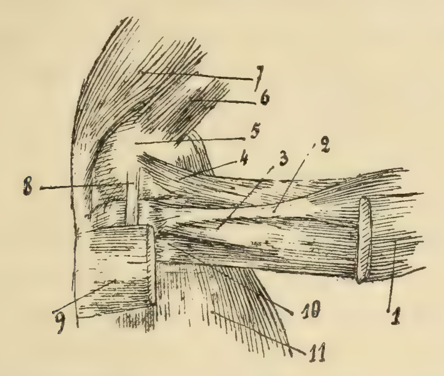


Fig. LVI. — *Face interne du genou droit du Cobaye*; *insertion du demi-membraneux*. — 1, Lame superficielle du demi-membraneux se fixant en 9 à la crête du tibia; 2, Tendon de l'ischio-tibial; 3, Fibres de la lame profonde du demi-membraneux s'insérant sur son bord postérieur; 4, Fibres de cette même lame se fixant au condyle interne; 5, 6, Ischio-condylien; 7, Quadriceps fémoral; 8, Ligament latéral interne du genou; 9, Insertion du demi-membraneux à la crête du tibia; 10, Faisceau postérieur du demi-membraneux; 11, Jumeau interne.

rière l'ischio-condylien (fig. LVI, 4). De plus les fibres postérieures forment une lame superficielle qui passe sur le ligament latéral interne et se fixe à la lèvre interne du tibia (fig. LIV, 2, 5).

3° Jambe.

Jumeaux ou gastro-cnémiens. — Les *jumeaux* (fig. XLVIII, 14) ont un volume inégal : l'interne est plus épais et descend un peu plus bas que l'externe dont le corps aplati se moule sur le plantaire grêle. Les jumeaux se fixent à la partie supérieure des condyles fémoraux, dans une petite dépression qui répond à chacun des bords de la diaphyse. Leurs tendons sont accompagnés par les fibres charnues et se prolongent sur la face postérieure du muscle : ils contiennent près de l'insertion un sésamoïde qui est constant chez les Rongeurs (Meckel). Les jumeaux s'accolent l'un contre l'autre et s'implantent vers le tiers moyen de la jambe sur une aponévrose commune qui suit leur face antérieure et se condense pour former le *tendon d'Achille*. Celui-ci est disposé en spirale : les fibres ten-

dineuses qui viennent du jumeau interne croisent la face postérieure du tendon et deviennent externes sur le calcanéum; celles du jumeau externe passent sur sa face antérieure pour devenir internes. Il se forme ainsi sur le bord interne du tendon une gouttière longitudinale dans laquelle glisse le plantaire grêle (fig. XLVIII, 15). Le tendon d'Achille se fixe à la partie inférieure de la face postérieure du calcanéum, et se trouve séparé par une bourse rétro-calcanéenne de la partie supérieure de l'os [1].

Soléaire. — Le *soléaire*, assez réduit, naît de la tête du péroné par un tendon qui envoie quelques fibres sur la partie externe du plateau tibial jusqu'à la surface articulaire. Le corps charnu (fig. XLVIII, 18), fusiforme, descend le long des péroniers et des muscles de la couche profonde, séparé du jumeau externe par le plantaire grêle (fig. XLVIII, 15). Le tendon inférieur apparaît sur la face postérieure du musle et reste indépendant des jumeaux jusqu'à son insertion sur le bord supérieur de la face postérieure du calcanéum. Il est séparé du tendon d'Achille par la bourse rétro-calcanéenne.

L'indépendance du soléaire est également complète chez Cœlogenys; elle est partielle chez Ceredon, la portion externe de son tendon se soude au tendon d'Achille; chez les autres Rongeurs, la fusion est totale [2].

Plantaire grêle ou fléchisseur perforé des orteils (fig. XLVIII, 15). — Le *plantaire grêle*, d'un volume égal à celui du soléaire, naît du condyle externe par un tendon qu'on sépare difficilement de celui du jumeau. Il descend le long de la jambe entre le soléaire et le jumeau externe. Son tendon inférieur, qui prend naissance sur la face antérieure du muscle, ne devient libre qu'au voisinage du pied. Il suit la gouttière que forme la partie interne du tendon d'Achille, s'aplatit derrière le calcanéum dont il coiffe la saillie et, après réflexion à angle droit, se continue avec l'aponévrose plantaire, non sans contracter d'étroites adhérences avec le squelette du pied. Peu après sa réflexion, il envoie en dehors une courte expansion qui se fixe à la face externe du calcanéum; en dedans, il s'unit

1. J'ai montré que le tendon d'Achille de l'homme conservait la même obliquité croisée de ses fibres, disposition *témoin* qui rappelle celle des Rongeurs et explique pourquoi c'est à la partie interne de ce tendon que vient le plus souvent se souder le plantaire grêle atrophié. La torsion du tendon d'Achille chez l'homme. C. R. Soc. Biol., 29 juillet 1899, n° 77.

2. Parsons, *loc. cit.*, p. 292.

au ligament annulaire interne du cou-de-pied. Sous le calcanéum, la face profonde de l'aponévrose plantaire envoie aux os du tarse des tractus celluleux, obliques en avant; enfin, ses bords émettent des expansions résistantes qui s'insèrent à l'extrémité postérieure des métatarsiens externes. A ce niveau, elle se divise en quatre languettes. Trois d'entre elles, destinées aux 2e, 3e et 4e doigts, se placent au-dessous du tendon correspondant du fléchisseur commun et, remplissant le rôle de fléchisseur perforé (Parsons), laissent passer ce tendon dans leur bifurcation. Elles s'insèrent à la base de la 1re phalange et sont prolongées par un tractus fibreux jusqu'à la 2e. La 4e languette, après avoir longé le 4e métatarsien, donne quelques fibres au côté externe de la tête de cet os et se termine sur le rudiment du 5e doigt, qui fait saillie sous la plante du pied près de la racine du 4e orteil.

En raison des connexions fibreuses qui relient étroitement l'aponévrose plantaire au squelette du pied, l'action du plantaire grêle ne s'exerce pas sur les orteils. C'est un extenseur direct du pied.

Le POPLITÉ a son insertion tendineuse ordinaire sur la face externe du condyle externe. Après sa traversée intra-articulaire, le tendon fournit un corps charnu triangulaire remarquable par ses dimensions et son épaisseur. Il s'insère au tiers supérieur *du bord interne* du tibia, tandis qu'il est seulement accolé à la face postérieure de l'os (Parsons).

FLÉCHISSEUR PÉRONIER. — Chez l'homme, comme chez les animaux, le fléchisseur péronier, ou fléchisseur propre du gros orteil, concourt à la flexion d'un certain nombre d'orteils. Turner [2] et Schultze [3] ont étudié chez l'homme les variétés du faisceau anastomotique plantaire qui unit les tendons des deux fléchisseurs et place généralement sous la dépendance du fléchisseur péronier le 2e et le 3e orteil. Chez le Cobaye, dont le pouce a perdu toute importance, le fléchisseur péronier, grâce à son action sur les orteils, reste volumineux et l'emporte même sur le fléchisseur tibial. Il constitue le véritable fléchisseur des orteils auquel vient accessoirement s'unir le fléchisseur tibial [4].

1. Parsons, *loc. cit.*, 1894, p. 292.
2. Turner, On variability in human structures with illustrations from the flexor muscles of the fingers and toes, *Trans. of the royal Soc. of Edinburgh*, XXIV, 1865.
3. T. E. Schultze, *Siebold und Kölliker's Zeitschrift f. Wiss. Zool.*, XXII, p. 1.
4. La description des fléchisseurs des orteils chez les Rongeurs a été faite avec

Le *fléchisseur péronier* prend naissance sur la tête du péroné, en dehors du soléaire, sur la face postérieure de l'os et des deux tiers supérieurs du tibia en dehors de la ligne poplitée. Il descend derrière les muscles péroniers. Presque dès l'origine sa face libre est tapissée par une lamelle aponévrotique qui se condense en un gros tendon que les fibres charnues accompagnent jusqu'au cinquième inférieur de la jambe. Ce tendon occupe le milieu du membre : il s'engage dans une gouttière presque verticale que présente la face postérieure du tibia, croise l'articulation tibio-tarsienne et se réfléchit sous la petite apophyse du calcanéum. Grâce à la profonde excavation de la face interne de cet os (fig. XVIII, *c*), le fléchisseur péronier est situé au-devant du triceps sural et aborde la face plantaire par le milieu du talon. L'extension du pied, qu'elle soit due à ce muscle ou au plantaire grêle, est ainsi directe sans mouvements d'adduction ou de renversement.

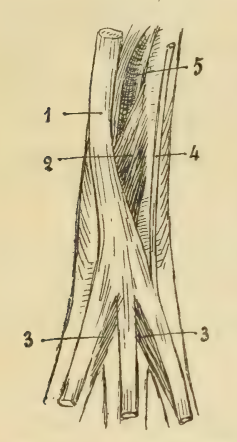


Fig. LVII. — *Face plantaire de la patte postérieure gauche du Cobaye : couche profonde.* — 1, Tendon du fléchisseur péronier; 2, Accessoire rudimentaire du fléchisseur des orteils; 3, 3, Lombricaux; 4, Tendon du fléchisseur tibial; 5, Gouttière calcanéenne dans laquelle glisse le tendon du fléchisseur péronier.

Vers l'extrémité postérieure des métatarsiens, le tendon du fléchisseur péronier se divise en trois *tendons digitaux*; le tendon du fléchisseur tibial s'unit à l'interne. Après avoir traversé les languettes tendineuses de l'aponévrose plantaire, les tendons digitaux s'engagent au-dessous du doigt correspondant dans une gaine fibreuse et s'insèrent sur les dernières phalanges.

D'après les recherches de Parsons, la fusion des deux fléchisseurs serait constante chez les Hystricomorphes.

Le fléchisseur péronier produit la flexion complète et énergique des orteils avec adduction vers l'axe du pied, puis l'extension directe du pied.

Deux *lombricaux* sont annexés à ses tendons.

Les Caviidés n'ont pas l'*accessoire* du fléchisseur commun (Parsons). Cependant il existe chez Cavia cobaya, comme il est facile de s'en rendre compte en soulevant de sa gouttière le tendon du flé-

soin par Dobson (Long flexors of Rodents, *Journ. Anat.*, XVII, p. 159) et complétée par Parsons.

chisseur péronier (fig. LVII, 2). Il s'insère sur la partie antérieure du calcaneum et après un trajet direct en avant se fixe sur le dos du tendon fléchisseur avant sa bifurcation.

Fléchisseur tibial. — Assez grêle, il s'insère sur la face postérieure du tibia. Son tendon passe derrière le tibial postérieur, se réfléchit derrière la malléole interne et s'unit au tendon que le fléchisseur péronier envoie au 2e doigt.

Tibial postérieur. — Mince, semi-penniforme, il s'insère sur le ligament interosseux et la partie voisine des deux os de la jambe. Son tendon est croisé par le fléchisseur tibial et, après réflexion derrière la malléole interne, se fixe au tubercule du cuboïde.

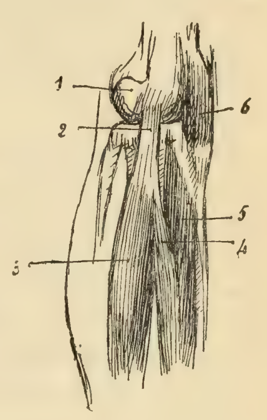


Fig. LVIII. — *Région antérieure de la jambe droite du Cobaye.* — 1, Condyle externe du fémur; 2, 3, Extenseur commun des orteils; 4, Faisceau anastomotique donné par l'extenseur commun au tibial antérieur, 5; 6, Ligament rotulien.

Tibial antérieur. — Ce muscle prend insertion sur le bord externe de la tubérosité antérieure du tibia et sur la partie supérieure de la face externe. Il reçoit vers le milieu de la jambe un gros faisceau charnu qui se détache de l'extenseur commun (fig. LVIII, 4). Ce faisceau provient du tendon fémoral de ce dernier muscle avec lequel il reste généralement fusionné jusqu'au tiers supérieur de la jambe. On peut cependant prévoir une séparation plus hâtive qui donnerait au tibial antérieur une insertion fémorale commune avec l'extenseur, comme Mivart et Murie[1] l'ont décrit. Comme Parsons[2], je ne l'ai pas rencontrée.

Le tendon terminal, devenu libre au quart inférieur de la jambe, glisse sur le bord interne du cou-de-pied dans une gaine fibreuse. Il est obliquement croisé par le tendon de l'extenseur propre qui se place à son côté interne : il s'insère sur le 1er cunéiforme et à la base du 2e métatarsien.

Extenseur commun des orteils. — Il naît du condyle externe du fémur par un tendon plat qui s'insère à la partie antérieure de sa face externe, près de la surface articulaire (fig. L, B, 28). On a vu ses rapports avec l'insertion du biceps. Il descend au-devant du

1. Mivart et Murie, *Proceedings Zool. Soc.*, p. 383.
2. Parsons, *loc. cit.*, 1894, p. 288.

genou dans une gouttière limitée par la tête du péroné et la tubérosité antérieure du tibia. Au niveau du plateau tibial, les fibres charnues apparaissent sur la face postérieure. Le tendon suit le bord interne du muscle et fournit par son extrémité au tibial antérieur le faisceau anastomotique déjà signalé. Le tendon terminal, libre au quart inférieur de la jambe, passe sur le milieu du cou-de-pied dans un canal formé par le ligament annulaire antérieur dont l'insertion externe contient un petit sésamoïde. Sur le dos du pied il se divise en trois tendons : l'externe se subdivise en deux portions. Les deux tendons médians vont à l'orteil moyen, les deux extrêmes à leur doigt respectif. Ils sont unis entre eux par des expansions fibreuses. Leur insertion sera décrite avec celle des autres extenseurs.

Extenseur propre du gros orteil. — Semi-penniforme, assez grêle, ce muscle provient de toute la longueur du ligament interosseux et du péroné ; il est accolé au court péronier latéral. Son tendon terminal apparaît au bas de la jambe entre l'extenseur commun et le tibial antérieur. Il croise ce dernier et vient sur le bord interne du pied se refléchir à angle droit sous la saillie du scaphoïde. Devenu antéro-postérieur, il croise une seconde fois le tibial antérieur au niveau de son insertion et se termine sur le 2e doigt.

Muscles péroniers. — Les péroniers sont au nombre de trois. Le *long péronier* (fig. XLVIII, 16) naît de la tête du péroné, au-dessous de l'insertion du biceps et de la partie supérieure du bord externe de l'os, accolé à la face postérieure des deux extenseurs. Il est croisé perpendiculairement par le sciatique poplité externe. Devenu tendineux au quart inférieur de la jambe, il passe dans une gouttière verticale qui est creusée sur le bord *externe* de la malléole péronière : il se porte en avant et en bas jusqu'au cuboïde, puis en dedans et en avant pour gagner, en traversant la plante du pied, la base du 2e métatarsien.

Le *court péronier*, placé en dedans du précédent, se fixe aux deux tiers supérieurs du corps du péroné et sur une cloison fibreuse qui le sépare de l'extenseur propre. Son tendon passe *derrière* la malléole et, après sa réflexion, suit le bord externe du tarse pour s'attacher à la base du 4e métatarsien et sur un sésamoïde qui est peut-être le rudiment du 5e doigt (Parsons). Sur un cobaye, Parsons l'a vu se diviser en deux portions : l'antérieure avait l'inser-

tion ordinaire, la postérieure se fixait à la partie antéro-supérieure de la face externe du calcanéum.

Le *péronier du 4e doigt*, ou *péronier postérieur* (fig. XLVIII, 17), s'insère sur la tête du péroné derrière le long péronier, sur la moitié supérieure du bord externe de l'os et sur une cloison qui le sépare du fléchisseur péronier. Son tendon se réfléchit, comme celui du court péronier, derrière la malléole ; après avoir croisé les tendons des deux autres péroniers, il suit jusqu'au 4e doigt le bord externe du pied comme l'extenseur propre suit son bord interne.

4° Pied.

Les muscles qui appartiennent au pied sont le pédieux et les interosseux.

Le PÉDIEUX, qui complète la série des extenseurs, est un petit muscle allongé qui s'insère sur la partie antérieure du calcanéum et donne deux tendons grêles qui se portent obliquement aux deux doigts internes.

Connaissant les divers muscles qui prennent part à l'extension des orteils, nous pouvons exposer leur distribution assez complexe et leur terminaison.

Les doigts extrêmes, 2e et 4e, reçoivent chacun un tendon de l'extenseur commun : le doigt médian en reçoit deux. Sur la face dorsale du 2e métatarsien, le tendon de l'extenseur commun est rejoint en dedans par celui de l'extenseur propre, en dehors par un des tendons du pédieux. Les tendons du doigt médian sont complétés par le 2e tendon du pédieux. Sur le 4e métatarsien, le tendon du péronier postérieur rejoint celui de l'extenseur commun. Quelle que soit leur provenance, les tendons extenseurs envoient en passant sur l'articulation métatarso-phalangienne une expansion fibreuse qui se fixe aux parties latérales de la tête des métatarsiens et de la base des premières phalanges. Ils poursuivent leur trajet sur le dos de chaque doigt accolés les uns aux autres dans une gaine fibreuse commune. Ceux de l'extenseur commun se fixent à la base de la dernière phalange, les autres à la base de la deuxième.

Comme chez l'homme, les languettes fibreuses métatarso-phalangiennes jouent le rôle de frein qui limite l'extension. Il est facile de s'en rendre compte en exerçant isolément une traction sur chacun

d'eux. L'extension, qui est peu puissante, porte sur le doigt dans son ensemble, et le renverse à peine sur le métatarsien, plus cependant que chez l'homme; elle agit peu sur les phalanges qu'il est facile de fléchir pendant la contraction la plus énergique des muscles extenseurs.

L'extenseur propre et le péronier postérieur qui abordent obliquement le 2ᵉ et le 4ᵉ doigts après avoir longé les bords du pied, produisent en même temps que l'extension une légère abduction des orteils par rapport à l'axe du pied.

Tous ces muscles, après avoir étendu les orteils, fléchissent le pied.

Interosseux. — Au-dessous de chaque métatarsien, on trouve, comme à la main, un groupe de deux muscles bien développés qui sont étendus de la région antérieure du tarse aux parties latérales de la 1ʳᵉ phalange du doigt correspondant. Ils ne paraissent pas avoir de rapport avec les tendons extenseurs : pendant leur contraction qui porte sur la 1ʳᵉ phalange, on peut sans peine étendre ou fléchir les autres parties du doigt. Ils n'ont aucune influence sur les mouvements de latéralité qui dépendent des extenseurs pour l'abduction, du fléchisseur péronier pour l'adduction. Les interosseux complètent le mouvement de flexion, en déterminant celle des premières phalanges, tandis que les autres fléchisseurs exercent leur action sur les deux dernières.

Résumé des principaux caractères des muscles du cobaye.

1° Peaucier. — Le peaucier comprend deux parties principales, le pannicule charnu et le platysma myoides.

Le *pannicule charnu* forme un plan continu recouvrant le tronc et la racine des membres. Les insertions osseuses s'étendent sur l'épine de l'omoplate et la crête antérieure de l'humérus. Vers la base du thorax, il se divise en deux plans entre lesquels passe la partie abdominale du pectoral.

Le plan profond ferme le creux de l'aisselle avec le grand dorsal et le pectoral.

Le *peaucier du scrotum ou de la vulve* est une portion distincte du pannicule charnu.

Le *platysma myoides* comprend deux couches qui couvrent la face

inférieure du cou : l'une, superficielle, est oblique en avant et en dedans; l'autre, profonde, oblique en avant et en dehors : celle-ci a des insertions sternales.

Le *peaucier de la nuque*, qui est une dépendance du platysma, s'étend du ligament cervical à la peau des parties latérales du cou, de l'épaule et de la lèvre supérieure.

Parmi les muscles de la face, le buccinateur, les releveurs superficiel et profond de la lèvre supérieure et de l'aile du nez sont les mieux développés.

Les muscles des oreilles sont peu importants.

2° Muscles masticateurs. — Le *masséter* est divisé en deux portions, dont les tendons antérieurs présentent un nodule fibro-cartilagineux et sont unis par quelques fibres charnues.

Le masséter externe forme une masse unique et volumineuse dont les fibres profondes sont presque verticales et les superficielles très obliques en arrière ; il envoie sous le maxillaire inférieur un faisceau réfléchi qui s'insère sur la face interne de la branche montante au-dessous du condyle.

Le masséter interne comprend deux portions distinctes : l'antérieure ou réfléchie passe par le trou sous-orbitaire, et s'unit à la partie postérieure ou directe au niveau de leur insertion dans la gouttière massétérine.

Le *ptérygoïdien interne* est épais et formé de couches alternativement musculaires et fibreuses.

Le *digastrique* est horizontal, indépendant de l'os hyoïde et de son congénère. Ses deux ventres sont séparés par un léger étranglement dont la surface interne est seule fibreuse.

Le *transverso-maxillaire* est rudimentaire et situé entre l'insertion antérieure des digastriques.

3° Dos et nuque. — *Trapèze* divisé en portion antérieure et postérieure; pas de portion clavo-cucullaire.

Grand dorsal relativement réduit; pas d'insertion pelvienne; une seule digitation costale, sur la 13e côte. Son tendon s'unit à celui du grand rond et donne à ce niveau le *dorso-olécrânien* et le *faisceau dorso-pectoral*.

Le *rhomboïde* de la tête est uni à celui du dos.

L'*angulaire et le grand dentelé* sont fusionnés et s'insèrent sur les 7 vertèbres cervicales, quelquefois les 6 dernières seulement et sur les 7 ou 8 premières côtes.

Le *dentelé dorsal* possède ses deux portions : l'antérieure ou inspiratrice se fixe aux 10 dernières côtes : elle est recouverte au niveau des 5 dernières par la portion postérieure ou expiratrice. Leurs languettes, sauf les deux premières, sont en grande partie fibreuses et forment l'aponévrose du dentelé.

Les muscles des gouttières sont plus développés aux lombes et au cou qu'à la partie moyenne du dos. Le sacro-lombaire est continué jusqu'à la 1re côte par les faisceaux de renforcement : le cervical ascendant s'étend de la 5e côte aux deux dernières vertèbres cervicales. Le long dorsal est plus volumineux : sa partie épiépineuse est très développée et s'étend des dernières lombaires aux 4 dernières cervicales.

Pas de *splenius colli*. Le splénius capitis s'étend jusqu'à la 1re dorsale.

Le *grand complexus* présente des intersections aponévrotiques sur ses faisceaux internes ; il se fixe à l'occipital et à l'atlas.

Le *petit complexus* et le *transversaire du cou* sont continus et se terminent sur les 5 premières cervicales.

Le *petit oblique postérieur* est le plus puissant des 4 muscles profonds de la nuque.

4° Cou. — *Sterno-mastoïdien* divisé en deux portions qui sont écartées l'une de l'autre à la base du cou : la sternale est grêle et n'a que des fibres mastoïdiennes.

L'*omo-transversaire* (levator claviculæ) s'étend du basi-occipital à l'apophyse crochue de l'omoplate.

Scalènes. L'antérieur va du basi-occipital à la 1re côte : il ne possède que très exceptionnellement quelques fibres transversaires. Le moyen s'étend de la 4e et de la 5e cervicale à la 3e et la 4e côte. Le postérieur est formé de deux faisceaux étendus des 6e et 7e cervicales à la 1re côte.

L'intertransversaire est très développé.

Pas d'*omo-hyoïdien*.

Le *sterno-hyoïdien* et le *sterno-thyroïdien* naissent de la face dorsale de la 2e pièce du sternum par une insertion commune.

Les deux portions obliques du *long du cou* sont très développées : l'oblique descendante rappelle par sa constitution le multifide du rachis.

5° Thorax. — Le *pectoral* n'a pas de faisceaux chondraux : il comprend 3 plans.

Le plan superficiel, étendu du sternum antérieur à la crête pectorale de l'humérus est formé de deux faisceaux aplatis. Le plan moyen vient du sternum postérieur et de la ligne blanche par un faisceau profond qui passe sous l'aponévrose du grand oblique. Il s'insère par trois faisceaux à la partie supérieure de la crête de l'humérus, au trochiter, au ligament coraco-huméral, à la coracoïde et à la clavicule. Le plan profond, ou brachio-abdominal, naît de la ligne blanche entre les deux couches du pannicule charnu et se termine sur la coracoïde et le ligament coraco-huméral.

Le *sous-clavier* s'étend jusqu'à l'épine scapulaire : il est partiellement interrompu par la clavicule. Le faisceau scapulo-claviculaire antérieur qui lui est uni, est distinct du scapulo-claviculaire postérieur qui recouvre le sus-épineux.

6° Abdomen. — Le *grand oblique* s'avance jusqu'à la 5e côte : son aponévrose d'insertion à la ligne blanche est étroite. Son pilier interne, après entrecroisement sur la ligne médiane, s'insère sur le pubis et sur l'arcade crurale du côté opposé.

Le bord antérieur du *petit oblique* reste à 15 cent. de l'appendice xiphoïde : son aponévrose d'insertion, large en avant, se rétrécit en arrière.

Le *grand droit* s'insère sur la 1re côte. Son chef antérieur est couvert par le *sterno-costal*. Son chef postérieur s'entrecroise sur la ligne médiane avec son congénère et se fixe derrière le pilier interne du grand oblique, au pubis et à l'arcade crurale.

Pas de *pyramidal*.

Le pilier droit du *diaphragme* est plus fort que le gauche et forme seul l'orifice œsophagien : le ligament cintré s'insère sur la 12e côte.

Le *triangulaire du sternum* prend naissance du 2e au 5e cartilage costal ; son faisceau postérieur est destiné à l'appendice xiphoïde.

Les *surcostaux* et les *sous-costaux* sont bien développés.

Psoas-iliaque. L'iliaque est divisé en deux parties s'insérant par un tendon commun au petit trochanter : la principale vient de la face interne de l'ilion, la plus petite de son bord externe.

Le *psoas* est également divisé en deux portions : l'externe vient du corps des 5 premières lombaires et du sommet des apophyses transverses des 3 premières ; il s'unit à la portion principale de l'iliaque. L'interne vient du corps des deux dernières lombaires et du sacrum ; elle s'unit à la petite portion de l'iliaque.

Le *carré des lombes* s'étend de l'os iliaque à la 6ᵉ dorsale : c'est un système de faisceaux charnus antéro-postérieurs plus ou moins solidaires les uns des autres, naissant par des tendons des apophyses costiformes et se bifurquant pour s'insérer soit sur les corps vertébraux placés au-devant, soit sur leurs apophyses costiformes ou les côtes.

7° Épaule et bras. — *Deltoïde* : 3 portions; le delto-spinal très réduit s'insère à l'humérus avec le delto-acromial.

Sus-épineux, volumineux, couvre la partie supérieure de l'articulation scapulo-humérale.

Petit rond, s'insère sur la partie juxta-articulaire du bord axillaire de l'omoplate et sur l'aponévrose sous-épineuse.

Grand rond, bien développé, s'insère sur le tiers supérieur de l'humérus.

Biceps : un seul chef glénoïdien dont le tendon inférieur s'insère aux deux os de l'avant-bras.

Coraco-brachial : un seul corps charnu représentant la portion moyenne du muscle. Son insertion humérale s'étend au-dessus du grand rond rappelant celle du court coraco-brachial.

Brachial antérieur : un seul chef inséré derrière le col chirurgical de l'humérus par deux faisceaux, l'un au-dessous du vaste externe, l'autre au-dessus du vaste interne.

Le *triceps* est puissant : son long chef s'insère sur le tiers inférieur du bord axillaire de l'omoplate : il s'insère sur l'olécrâne avec le *vaste externe*. Le *vaste interne* étend son insertion humérale jusqu'au col de l'os : il est fusionné avec l'anconé, son insertion olécrânienne est indépendante.

La bandelette *épitrochléo-cubitale* est généralement fibreuse.

8° Avant-bras. — Le *rond pronateur* est fibreux sur son bord externe.

Les *fléchisseurs des doigts* ont : une insertion épitrochléenne commune qui se divise en quatre portions, le *petit palmaire*, le *fléchisseur perforé* et deux chefs pour le *fléchisseur perforant* : des insertions antibrachiales qui donnent deux faisceaux moins importants s'unissant au fléchisseur perforant.

Pas de tendon pour le rudiment du pouce : trois *lombricaux*.

Carré pronateur absent.

Le *cubital antérieur* s'insère seulement sur l'olécrâne.

Long supinateur fait généralement défaut.

Les *radiaux* sont bien développés et s'insèrent sur le milieu de la diaphyse du 2e et du 3e métacarpien, l'un à côté de l'autre.

L'*extenseur commun des doigts* se distribue aux quatre doigts, la disposition de ses tendons est assez variable.

L'*extenseur du petit doigt* est bien distinct du précédent et se rend aux deux derniers doigts.

Le *court supinateur* n'a pas d'enroulement autour du radius.

L'*extenseur de l'index* est très réduit; l'*extenseur du pouce* s'insère au trapèze.

9° Main. — Le muscle du 1er doigt est étendu du rudiment du pouce au 2e métacarpien.

Le 5e doigt reçoit deux muscles : le *court fléchisseur*, étendu du pisiforme à son sésamoïde externe; l'*adducteur*, obliquement dirigé de la base du pouce rudimentaire à la gaine fibreuse du tendon fléchisseur au niveau de la base du doigt.

Huit *interosseux* placés sous les métacarpiens.

10° Bassin. — Le couturier fait défaut.

Le *grand fessier* représente la portion moyenne du deltoïde fessier.

Le *moyen fessier*, qui est très développé, recouvre par ses insertions iliaques le petit fessier et le scansorius.

Le *petit fessier*, dont le tendon est soudé à celui du pyramidal, est formé d'une portion insérée entre les deux lignes horizontales de l'os iliaque et d'une portion insérée le long de l'échancrure sciatique.

Le *scansorius*, bien distinct du petit fessier et du muscle iliaque, s'insère sur le bord inférieur de l'os iliaque et sur un tubercule saillant qui siège au-devant de la base du grand trochanter.

Les *jumeaux pelviens*, de volume à peu près égal, sont unis sous le tendon réfléchi de l'obturateur interne.

Les ligaments sacro-sciatiques sont remplacés par le muscle ischio-sacro-coccygien.

Le *muscle abducteur de la queue*, destiné aux trois premières vertèbres coccygiennes est le seul muscle du rachis caudal.

11° Cuisse. Le chef supérieur du *droit antérieur* a deux tendons distincts; le *vaste externe* couvre son extrémité inférieure et s'accole au vaste interne; le *crural* est indépendant du vaste interne et partiellement uni au vaste externe.

Le *droit interne* est dédoublé.

Le *pectiné* s'insère à l'éminence ilio-pectinée par un tendon étroit.

Les trois *adducteurs* sont distincts : l'*ischio-condylien* dont le tendon d'origine est accolé à celui du demi-membraneux, est toujours nettement séparé de la portion fémorale du grand adducteur.

Biceps : pas de chef fémoral ; deux chefs, l'un sacré, l'autre ischiatique. L'insertion à la face externe du genou est divisée par le tendon de l'extenseur commun des orteils ; le biceps envoie une large expansion à l'aponévrose jambière.

Demi-tendineux : deux chefs, sacré et ischiatique ; expansion jambière.

Demi-membraneux : divisé en deux portions unies à leur insertion fémoro-tibiale, la plus petite ou ischio-tibiale se termine sur un long tendon, large expansion jambière ; l'insertion commune à la face interne du genou est divisée en deux portions par le ligament latéral interne du genou.

12° Jambe et pied. — Les tendons condyliens des jumeaux contiennent un sésamoïde ; le tendon d'Achille, contourné en spirale, présente une gouttière longitudinale sur son bord interne.

Soléaire, grêle, inséré au péroné, a une insertion calcanéenne distincte.

Le *plantaire grêle* se continue avec l'aponévrose plantaire.

Le *poplité*, relativement volumineux, se fixe au tiers supérieur du bord interne du tibia.

Le *fléchisseur péronier* est le véritable fléchisseur des orteils ; son tendon digital interne reçoit le *fléchisseur tibial*.

Pas d'accessoire du fléchisseur commun des orteils.

Le *tibial antérieur* reçoit un faisceau charnu de l'*extenseur commun* dont le tendon s'insère au condyle externe du fémur.

L'*extenseur propre* se rend au 2e orteil.

Les péroniers sont au nombre de trois : le péronier postérieur se rend au 4e doigt.

Le *pédieux*, grêle, donne un tendon au 2e et au 3e doigt.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME TRENTE-HUITIÈME

ANATOMIE HUMAINE, GÉNÉRALE, PATHOLOGIQUE

ANATOMIE ZOOLOGIQUE

EMBRYOLOGIE, TÉRATOLOGIE

PHYSIOLOGIE

TECHNIQUE

ANALYSES DES TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

TABLE DES AUTEURS

TABLE DES PLANCHES HORS TEXTE

Le propriétaire-gérant : FÉLIX ALCAN.

Coulommiers. — Imprimerie PAUL BRODARD.

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

OLLECTION MÉDICALE

Élégants volumes in-16, cartonnés à l'anglaise, à **4** et à **3** fr.

VIENNENT DE PARAITRE :

GROSSESSE ET ACCOUCHEMENT

ÉTUDE DE SOCIOBIOLOGIE ET DE MÉDECINE LÉGALE

par **G. MORACHE**

Professeur de médecine légale à la Faculté de médecine de Bordeaux.
Associé de l'Académie de médecine.

Un volume .... **4 fr.**

LES NOUVEAUX TRAITEMENTS

par le Docteur **J. LAUMONIER**

Un volume .... **4 fr.**

MANUEL DE PSYCHIATRIE

par le Docteur **J. ROGUES DE FURSAC**

Un volume .... **4 fr.**

OUVRAGES PRÉCÉDEMMENT PUBLIÉS

Manuel d'électrothérapie et d'électrodiagnostic, par le Dr E. Albert-Weil, avec 80 grav. 4 fr.
Traité de l'intubation du larynx, par le Dr A. Bonain, avec 48 gravures .... 4 fr.
L'hystérie et son traitement, par le Dr Paul Sollier .... 4 fr.
La profession médicale, *ses devoirs, ses droits*, par le Dr Morache, professeur de médecine légale à l'Université de Bordeaux, associé de l'Académie de médecine.......... 4 fr.
Le mariage. *Étude de sociobiologie et de médecine légale*, par *le même* .... 4 fr.
L'instinct sexuel. *Evolution, dissolution*, par le Dr Ch. Féré, médecin de Bicêtre, 2e édit. 4 fr.
Les maladies de l'urètre et de la vessie chez la femme, par le Dr Kolischer, trad. de l'all. par le Dr *Beuttner*, de Genève, avec grav.......... 4 fr.
L'éducation rationnelle de la volonté ; *son emploi thérapeutique*, par le Dr P.-E. Lévy, préface de M. le *Professeur Bernheim*, 3e édit.......... 4 fr.
Chirurgie de la plèvre et du poumon, par le Pr Félix Terrier et le Dr E. Reymond, ancien interne des hôp. de Paris, avec 67 grav.......... 4 fr.
Chirurgie de la face, par les Drs Félix Terrier, Guillemain et Malherbe, avec 214 grav. 4 fr.
Chirurgie du cou, par *les mêmes*, avec 101 gravures.......... 4 fr.
Chirurgie du cœur et du péricarde, par les Drs Félix Terrier et E. Reymond, avec 79 grav. 3 fr.
Petit manuel d'antisepsie et d'asepsie chirurgicales, par les Drs Félix Terrier et M. Péraire, ancien interne des hôpitaux de Paris, avec gravures.......... 3 fr.
Petit manuel d'anesthésie chirurgicale, par *les mêmes*, avec gravures.......... 3 fr.
L'opération du trépan, par *les mêmes*, avec 222 gravures.......... 4 fr.
Manuel théorique et pratique d'accouchements, par le Dr A. Pozzi, professeur à l'École de médecine de Reims, avec 138 gravures, 3e édition.......... 4 fr.
La mort réelle et la mort apparente, nouveaux procédés de diagnostic et traitement de la mort apparente, par le Dr S. Icard, avec gravures (*Ouvrage récompensé par l'Institut*).... 4 fr.
La fatigue et l'entraînement physique, par le Dr Ph. Tissié, préface de M. le *Professeur Bouchard*, avec gravures (*Ouvrage couronné par l'Académie de médecine*).......... 4 fr.
Morphinomanie et morphinisme, par le Dr P. Rodet (*Ouvrage couronné par l'Ac. de méd.*) 4 fr.
Hygiène de l'alimentation dans l'état de santé et de maladie, par le Dr J. Laumonier, avec gravures, 2e édition.......... 4 fr.
L'alimentation des nouveau-nés. *Hygiène de l'allaitement artificiel*, par le Dr S. Icard, avec 60 gravures (*Ouvrage couronné par l'Académie de médecine*).......... 4 fr.
L'hygiène sexuelle et ses conséquences morales, par le Dr S. Ribbing, professeur à l'Université de Lund (Suède), 2e édition.......... 4 fr.
Hygiène de l'exercice chez les enfants et les jeunes gens, par le Dr F. Lagrange, lauréat de l'Institut, 7e édition.......... 4 fr.
De l'exercice chez les adultes, par *le même*, 4e édition.......... 4 fr.
Hygiène des gens nerveux, par le Dr Levillain, 4e édition.......... 4 fr.
L'Idiotie. *Psychologie et éducation de l'idiot*, par le Dr J. Voisin, méd. de la Salpêtrière, avec gr. 4 fr.
La famille névropathique. *Hérédité, prédisposition morbide, dégénérescence*, par le Dr Ch. Féré, médecin de Bicêtre, avec gravures, 2e édition.......... 4 fr.
L'éducation physique de la jeunesse, par A. Mosso, professeur à l'Université de Turin. 4 fr.
Manuel de percussion et d'auscultation, par le Dr P. Simon, professeur à la Faculté de médecin. de Nancy, avec gravures.......... 4 fr.
Éléments d'anatomie et de physiologie génitales et obstétricales, par le Dr A. Pozzi, professeur à l'École de médecine de Reims, avec 219 gravures.......... 4 fr.
Le traitement des aliénés dans les familles, par le Dr Ch. Féré, 2e édition .... 3 fr.

TABLE DES MATIÈRES

Le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* paraît tous les deux mois :

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

Un numéro	6 fr. »
Un an, pour Paris	30 »
— pour les départements et l'étranger	33 »

CHAQUE LIVRAISON CONTIENT :

1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre, accompagnés de planches hors texte en noir et en couleurs, et de gravures dans le texte;
2° Des *analyses et comptes rendus* de travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangères.

IL A EN OUTRE POUR OBJET :

La *tératologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie* et la *médecine légale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie;
Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine, de la chirurgie et de l'obstétrique.*

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la librairie FÉLIX ALCAN, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6e).

FÉLIX ALCAN, EDITEUR

Récente publication médicale

LEÇONS
DE
CLINIQUE CHIRURGICALE
(*Hôtel-Dieu, 1901*)

par **F. LEGUEU**
Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, Chirurgien des Hôpitaux.

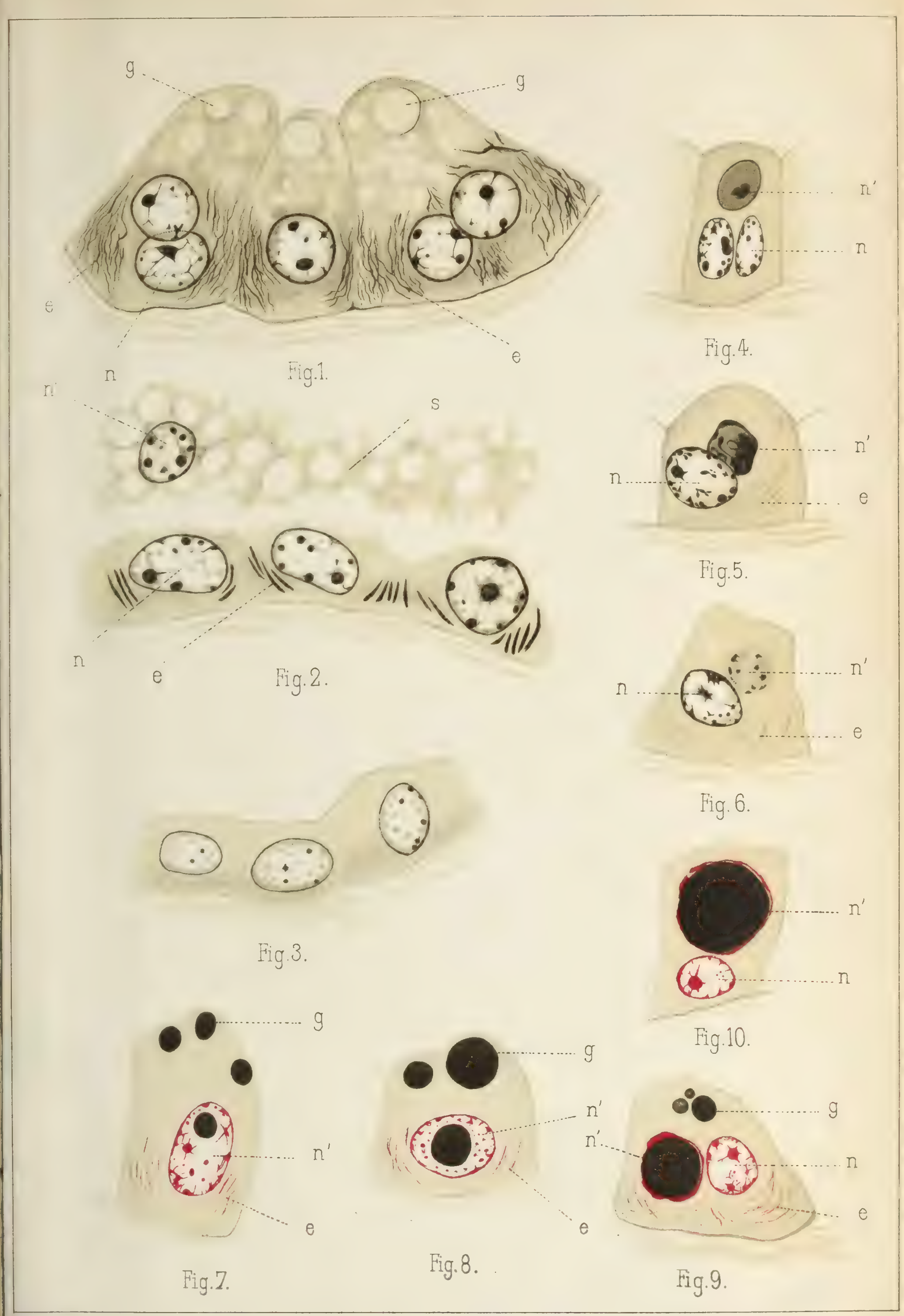
1 volume grand in-8 avec 76 gravures .... **12 fr.**

FÉLIX ALCAN, *Editeur*, **108, Boulevard Saint-Germain, PARIS.**

DICTIONNAIRE DE MÉDECINE

par les Drs E. BOUCHUT et A. DESPRÉS
Sixième Edition au courant des derniers Progrès de la Science.
1 magnifique volume de 1630 pages in-4° sur 2 colonnes, avec 1000 gravures dans le texte, **Indispensable aux Familles**
PRIX : BROCHÉ, 25 FR. ; — RELIÉ, 30 FR. *Franco contre Mandat.*

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

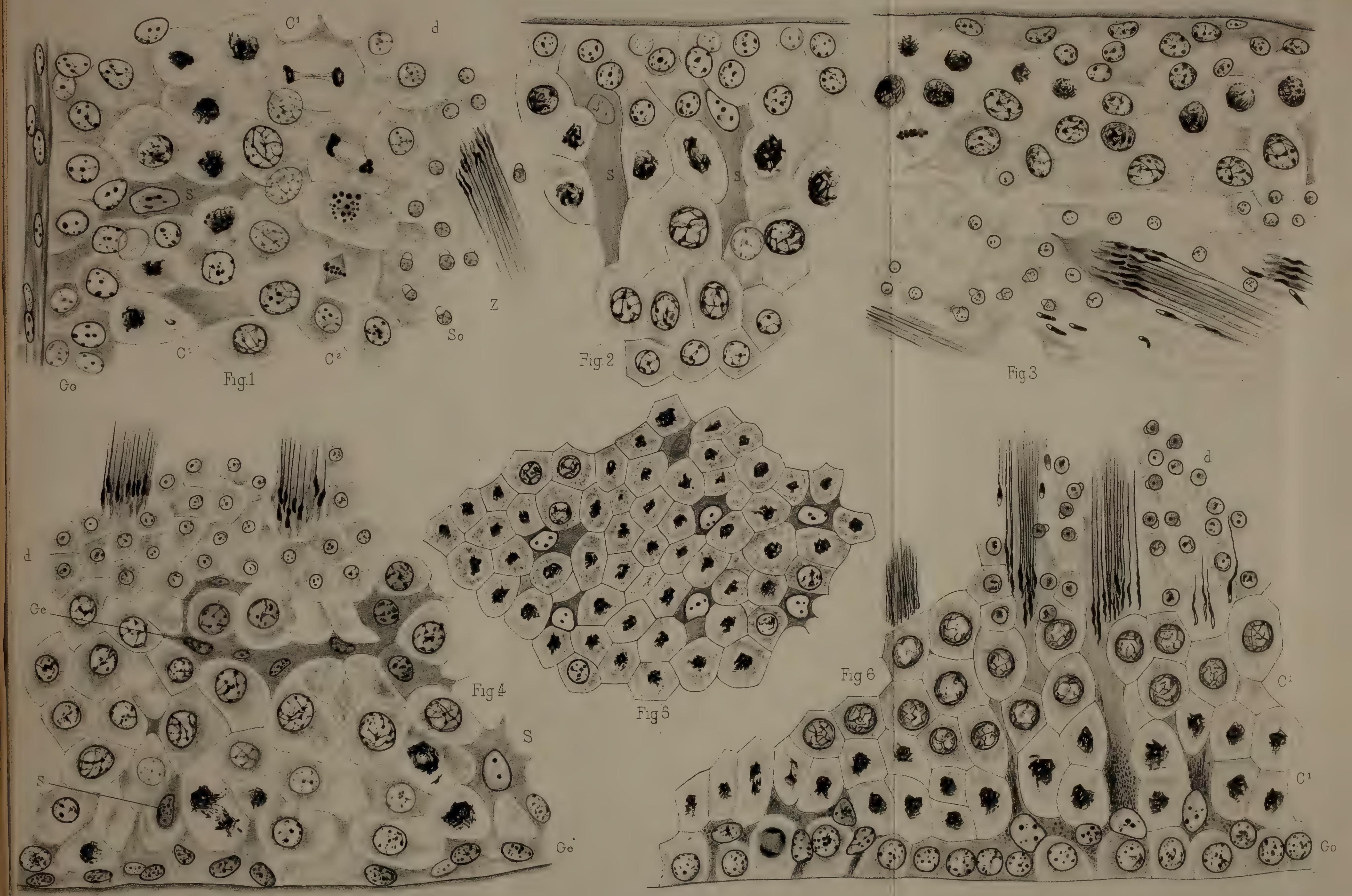


Limon del. *Imp. Lemercier, Paris.* *A. Bénard lith.*

Phenomènes histologiques de la sécrétion lactée.

M. LIMON.

Félix Alcan Editeur.



G. Loisel, del.
Imp. Lemercier, Paris.
A. Bénard, lith.
(Pl. VIII)
G. LOISEL
Félix Alcan, Editeur.



G. Loisel, del.

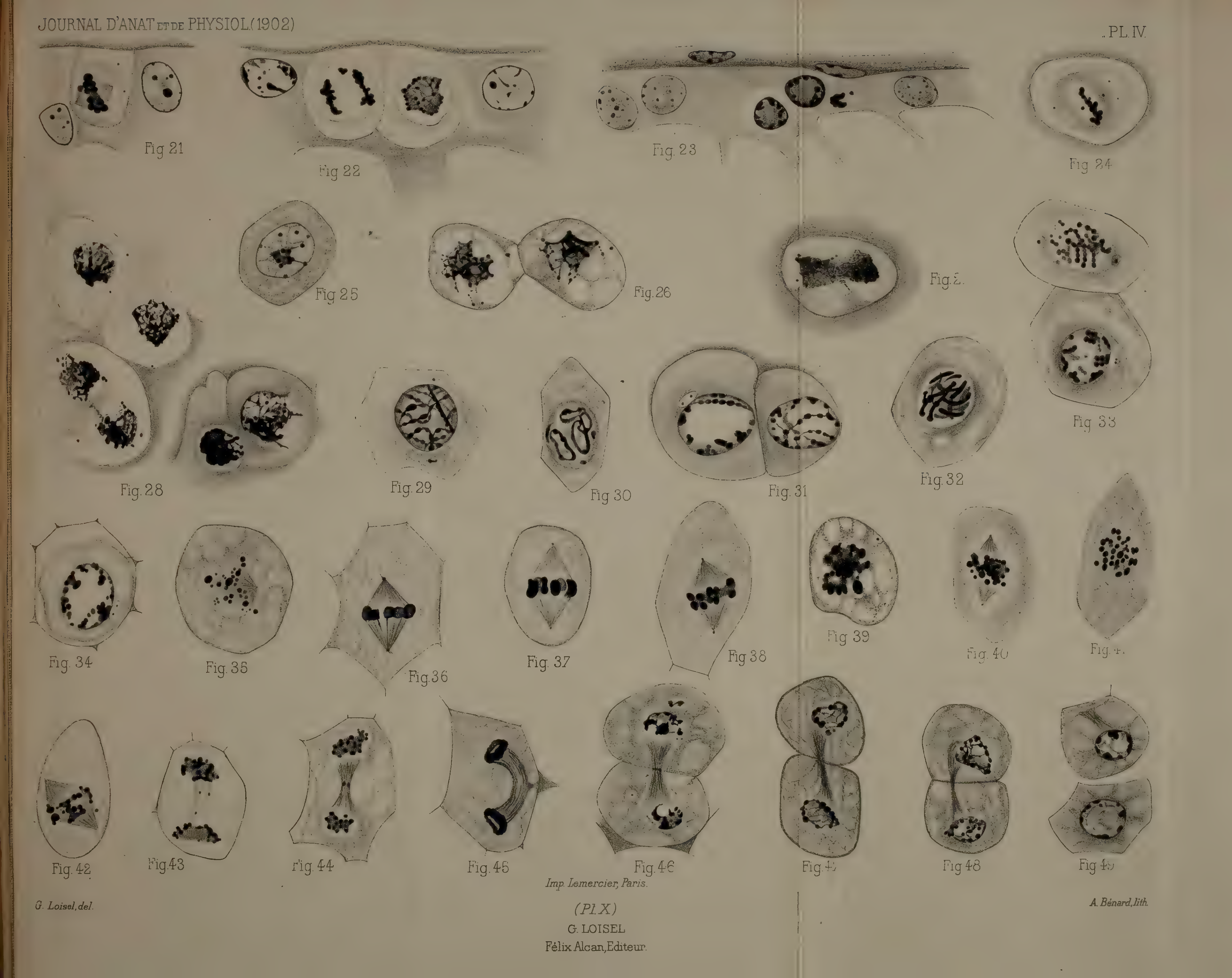
Imp. Lemercier, Paris.

A. Bénard, lith.

(Pl. IX)

G. LOISEL

Félix Alcan, Editeur.



JOURNAL D'ANAT ET DE PHYSIOL.(1902)
PL. IV.
Fig 21
Fig 22
Fig. 23
Fig. 24
Fig 25
Fig. 26
Fig 33
Fig. 28
Fig. 29
Fig 30
Fig. 31
Fig. 32
Fig. 34
Fig. 35
Fig. 36
Fig. 37
Fig 38
Fig 39
Fig. 40
Fig. 42
Fig.43
Fig. 44
Fig. 45
Fig. 46
Fig 48
Imp. Lemercier, Paris.
G. Loisel, del.
(Pl. X)
G. LOISEL
Félix Alcan, Editeur.
A. Bénard, lith.



G. Loisel, del.

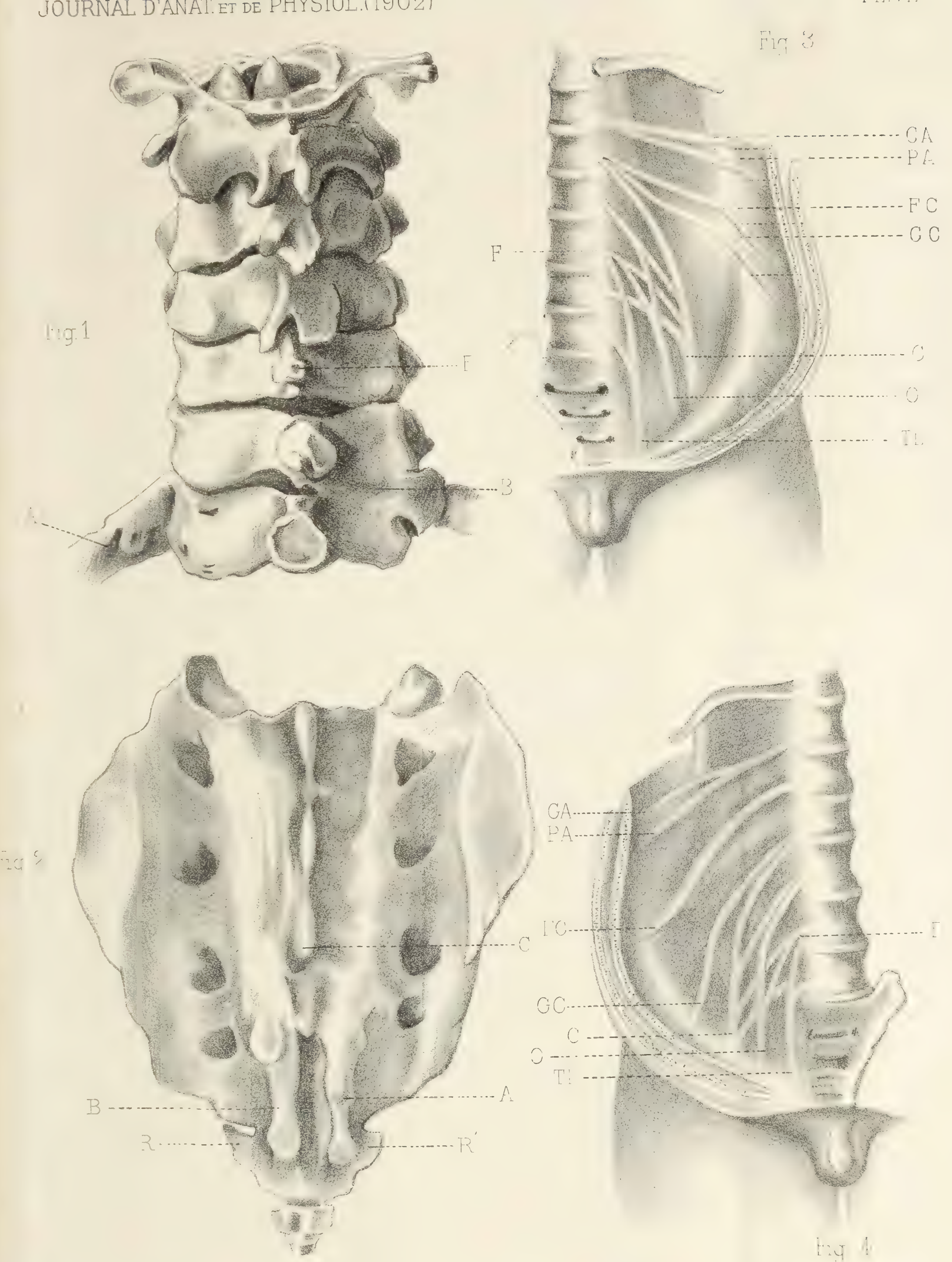
A. Bénard, lith.

Imp. Lemercier, Paris

(Pl. XI)

G. LOISEL

Félix Alcan, Editeur.

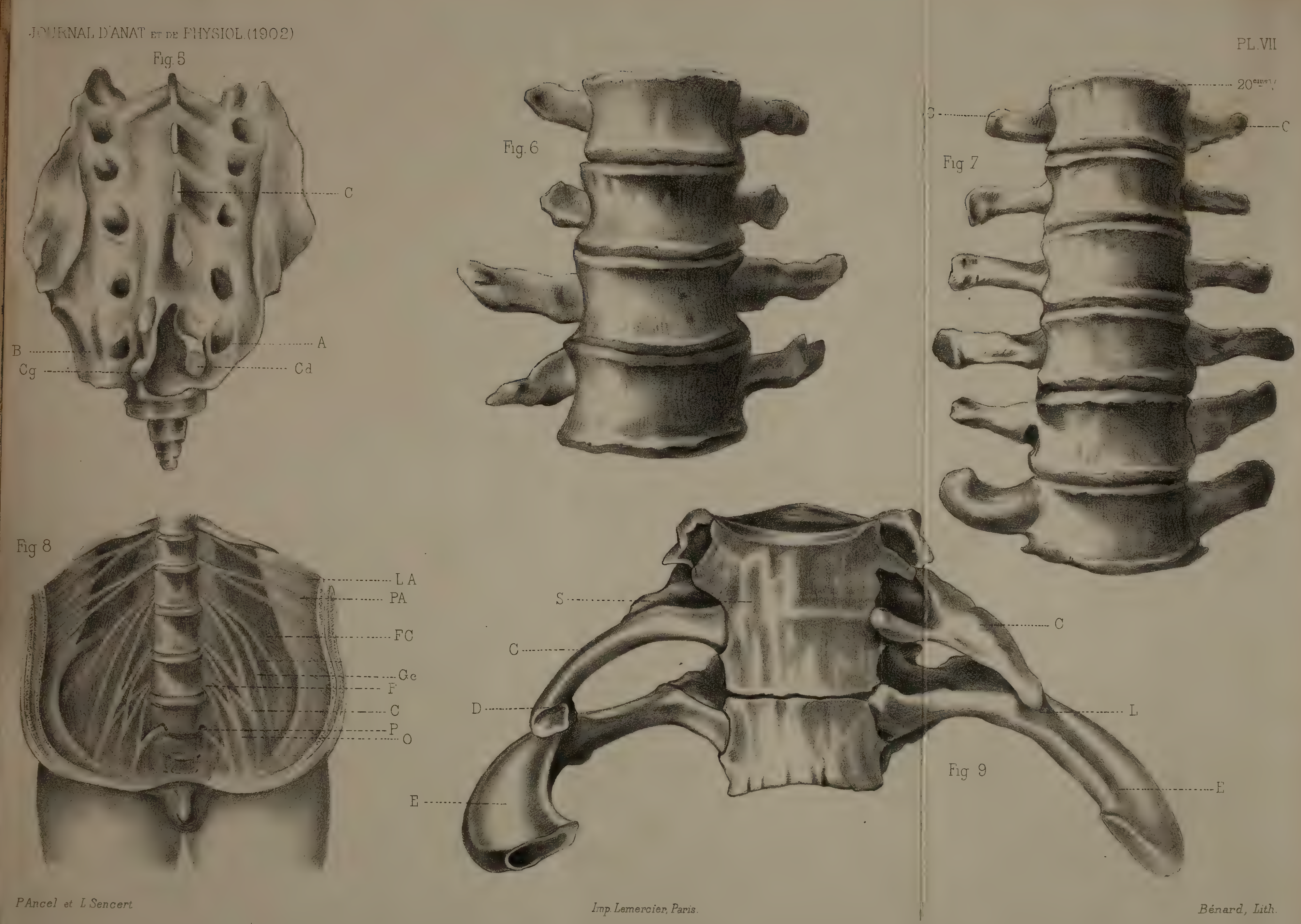


P. Ancel et L. Sencert. *Imp. Lemercier, Paris* *Bénard, lith.*

De quelques variations dans le nombre des vertèbres chez l'homme.

P. ANCEL ET L. SENCERT

Félix Alcan, Éditeur



P Ancel et L Sencert

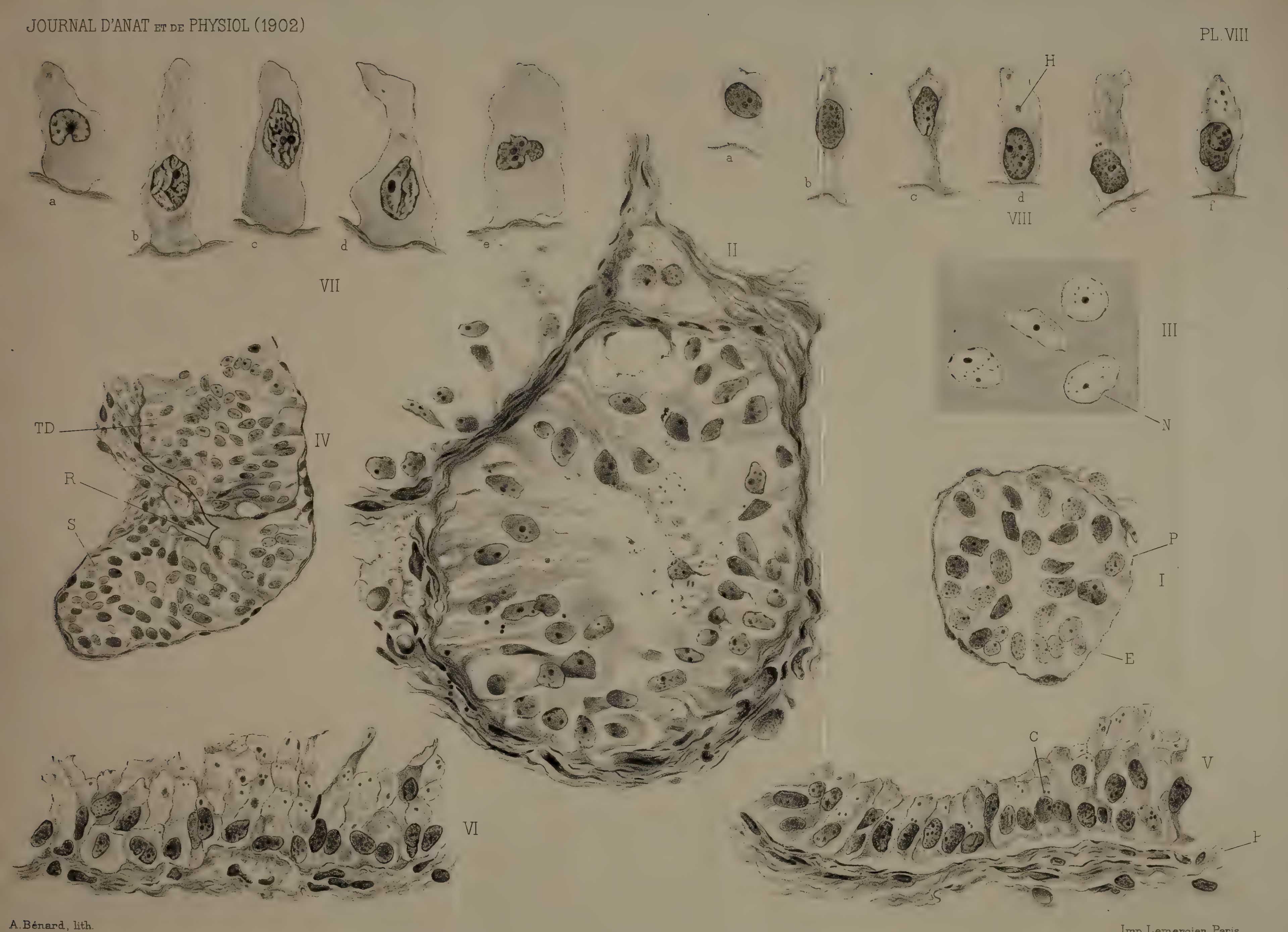
Imp. Lemercier, Paris.

Bénard, Lith.

De quelques variations dans le nombre des vertèbres chez l'homme

P. ANCEL ET L. SENCERT

Félix Alcan, Editeur.



A. Bénard, lith.

Imp. Lemercier, Paris.

Recherches sur le testicule ectopique

G. FELIZET ET A. BRANCA

Félix Alcan, Editeur



A. Bénard, lith.

Imp. Lemercier, Paris.

Recherches sur le testicule ectopique

G. FELIZET ET A. BRANCA

Félix Alcan, Editeur

XXI XXII XXIII XXIV XIX XXV XX

XVII XXVIII XXIX XXX XXXI XXVI XLI

XXXII XXXIII XXXIV S^3b S^3a

XLIV XLV XLVI XLVII

LII S^3c S^2

XXXVII XXXVI XXXV

S^1

XLVIII XLIX L L' LI

XXXVIII XXXIX XL

Σ

LIII LIV LV LVI

S^2 Σ

LVII LVIII LIX LX

XLIII XLII

S^1

A. Bénard, lith.

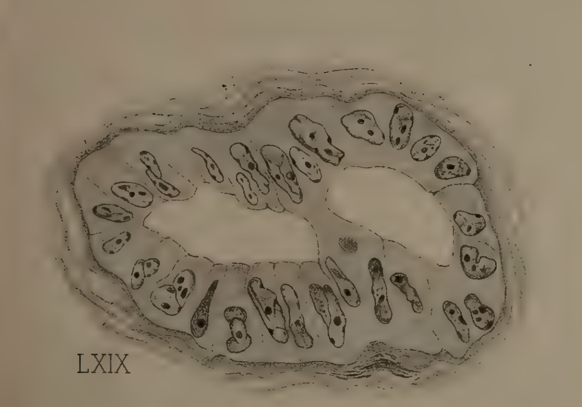
Imp. Lemercier, Paris.

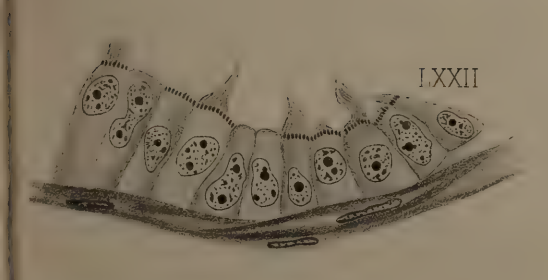
Recherches sur le testicule ectopique

G. FELIZET ET A. BRANCA

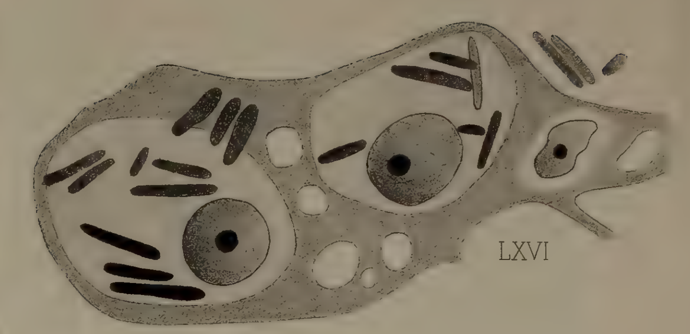
Félix Alcan, Editeur



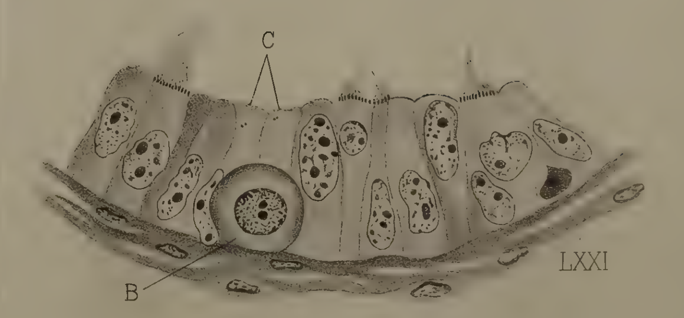












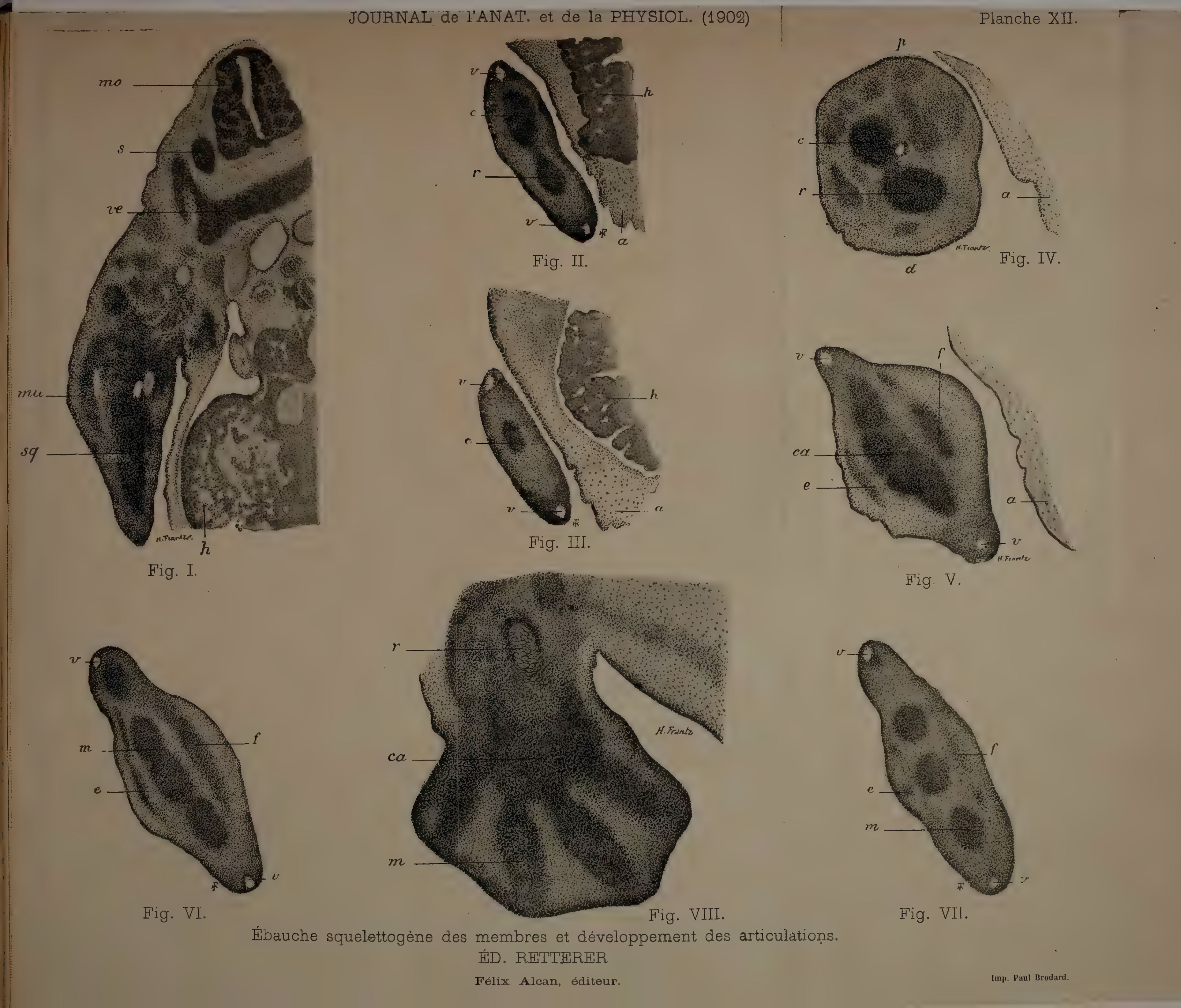
A. Bénard, lith

Imp. Lemercier, Paris.

Recherches sur le testicule ectopique

G. FELIZET ET A. BRANCA

Félix Alcan, Editeur

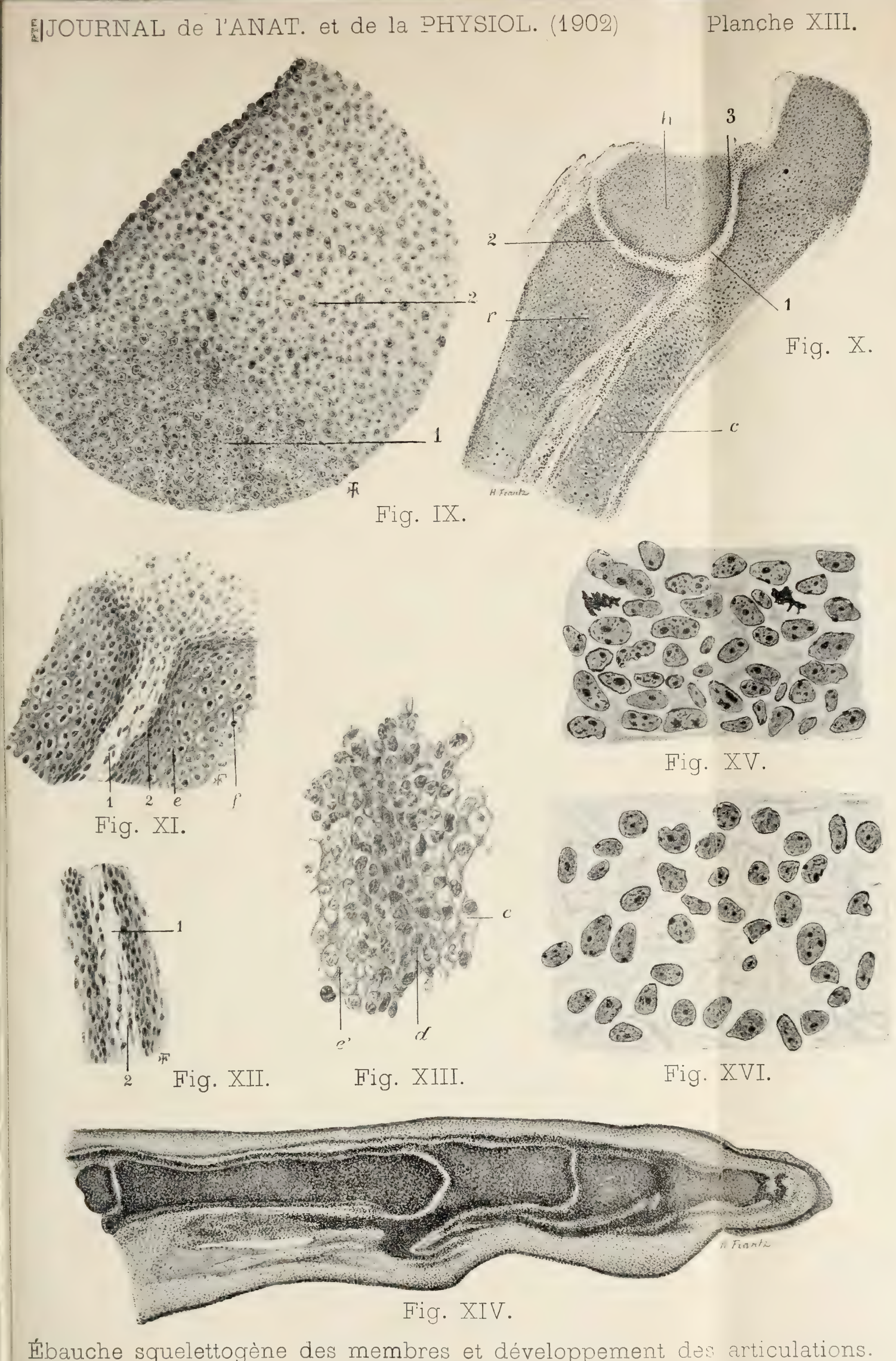


Ébauche squelettogène des membres et développement des articulations.

ÉD. RETTERER

Félix Alcan, éditeur.

Imp. Paul Brodard.



Ébauche squelettogène des membres et développement des articulations.

ÉD. RETTERER

Félix Alcan, éditeur. Imp. Paul Brodard.



A. Renard lith. Imp Lemercier, Paris.

Recherches sur les cellules granuleuses et les hématies du ganglion lymphatique.

G. DELAMARE

Felix Alcan, Editeur.

Fig. 1.

Fig. 2.

Imp. Paul Brodard.

Note sur la circulation artérielle du rein.

BÉRARD et DESTOT

Félix Alcan, éditeur.

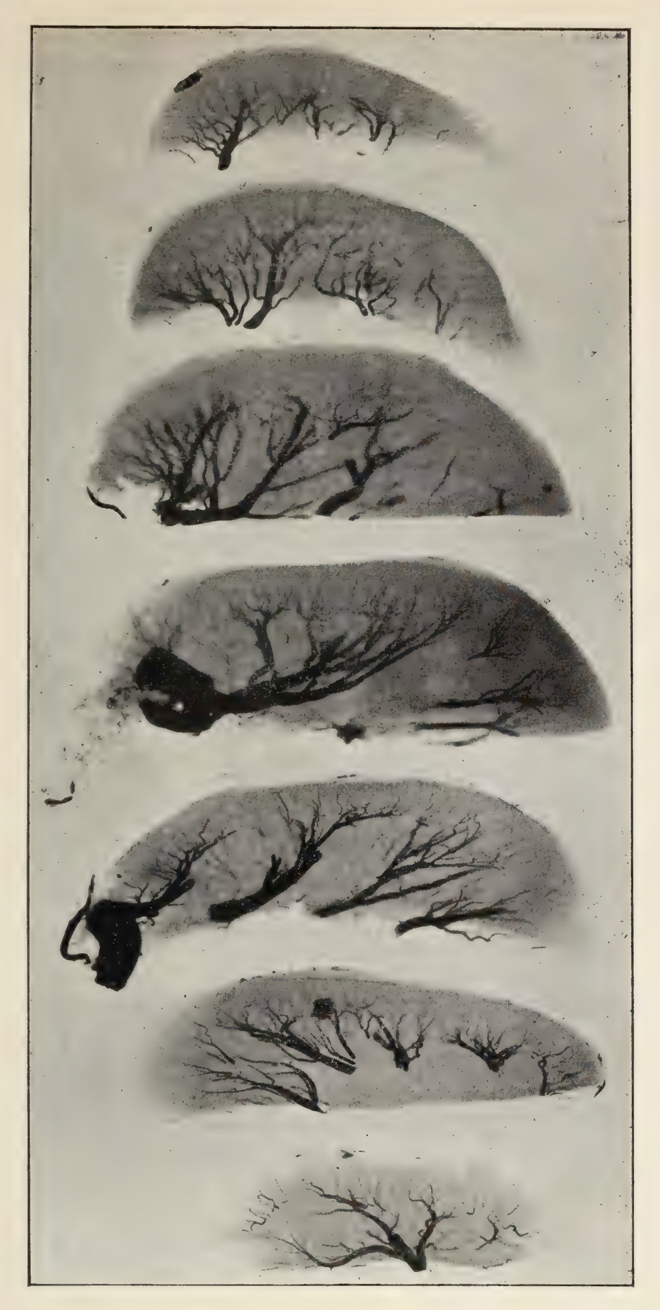


Fig. 3.

Imp. Paul Brodard.

Note sur la circulation artérielle du rein.

BÉRARD et DESTOT

Félix Alcan, éditeur.



Fig. 4.



Fig. 5.

Imp. Paul Brodard.

Note sur la circulation artérielle du rein.
BÉRARD et DESTOT

Félix Alcan, éditeur.

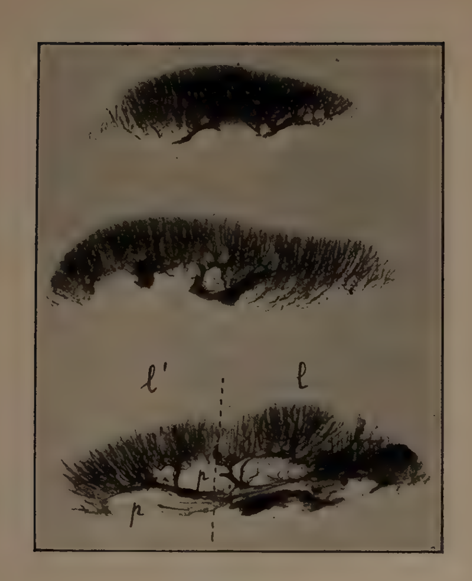


Fig. 6.

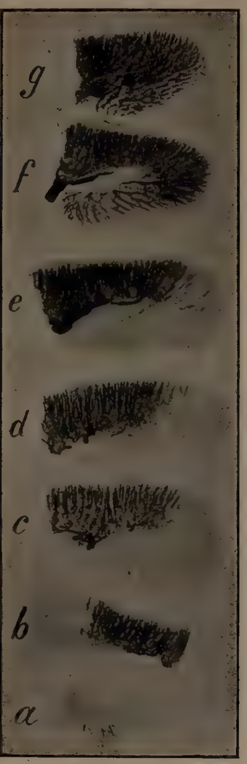


Fig. 7.



Fig. 8.

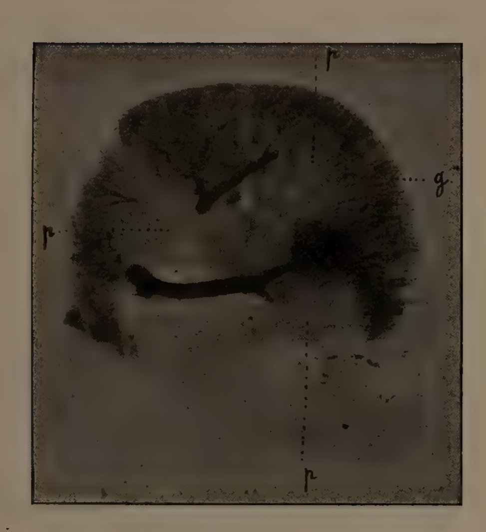


Fig. 9.


Fig. 9 a.

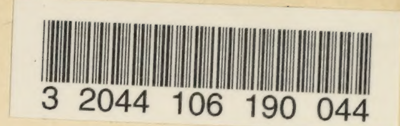

Fig. 9 b.

Note sur la circulation artérielle du rein.

BÉRARD et DESTOT

Félix Alcan, éditeur.

Imp. Paul Brodard.



Date Due

